

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: Dae-Ho CHOO, *et al.*

Art Unit: TBD

Appl. No.: To Be Assigned

Examiner: TBD

Filed: Concurrently Herewith

Atty. Docket: 6192.0324.US

For: **METHOD OF MANUFACTURING  
LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

**Claim For Priority Under 35 U.S.C. § 119 In Utility Application**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

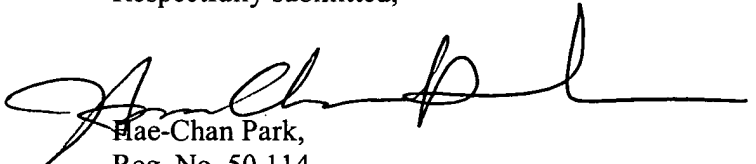
Sir:

Priority under 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed to the following priority document(s), filed in a foreign country within twelve (12) months prior to the filing of the above-referenced United States utility patent application:

Country	Priority Document Appl. No.	Filing Date
KOREA	10-2002-0072796	November 21, 2002

A certified copy of Korean Patent Application No. 10-2002-0072796 is submitted herewith. Prompt acknowledgment of this claim and submission is respectfully requested.

Respectfully submitted,

  
Hae-Chan Park,  
Reg. No. 50,114

Date: October 22, 2003

McGuireWoods LLP  
1750 Tysons Boulevard, Suite 1800  
McLean, VA 22102  
Telephone No. 703-712-5365  
Facsimile No. 703-712-5280

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

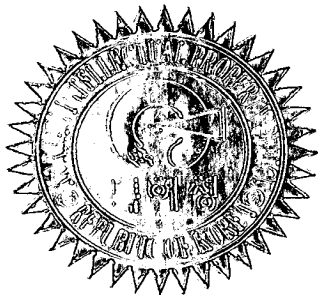
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0072796  
Application Number

출원년월일 : 2002년 11월 21일  
Date of Application NOV 21, 2002

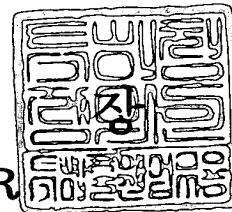
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003    년    03    월    04    일

특    허    청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.21
【발명의 명칭】	액정표시장치의 제조 방법
【발명의 영문명칭】	METHOD FOR FABRICATING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	박영우
【대리인코드】	9-1998-000230-2
【포괄위임등록번호】	1999-030203-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	추대호
【성명의 영문표기】	CH00,Dae Ho
【주민등록번호】	591115-1905829
【우편번호】	449-846
【주소】	경기도 용인시 수지읍 풍덕천리 1167번지 진산마을 삼성5 차아파트 52 0동 403호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최동욱
【성명의 영문표기】	CH01,Dong Uk
【주민등록번호】	570827-1464516
【우편번호】	442-737
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 청명마을3단지아파트 동신0 파트 311동 2002호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조상규
【성명의 영문표기】	CH0,Sang Kyu
【주민등록번호】	620514-1093815

【우편번호】 442-745  
【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을풍림아파트 232동  
704호  
【국적】 KR  
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 다  
리인 박영  
우 (인)  
【수수료】  
【기본출원료】 20 면 29,000 원  
【가산출원료】 79 면 79,000 원  
【우선권주장료】 0 건 0 원  
【심사청구료】 0 항 0 원  
【합계】 108,000 원  
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

전체 공정 소요 시간을 감소시키고, 액정표시장치의 수율을 향상시키기 위한 액정표시장치의 제조 방법이 개시되어 있다. 박막 제조 공정을 통하여 모기판에 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀을 형성한 후, TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀에 다이아몬드 라이크 카본 박막 및 원자 빔을 이용하여 비접촉 액정 배향막을 형성한다. TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀이 형성된 모기판에 적하 방식으로 액정을 주입한 후 조립하여 LCD 단위셀을 갖는 조립기판을 제조한다. 조립기판에 형성된 LCD 단위셀은 비접촉 방식으로 작동 검사되어 양품으로 판정된 LCD 단위셀에만 편광판이 부착된다. 편광판이 부착된 LCD 단위셀은 조립기판으로부터 분리되어 LCD 패널이 제조되고, LCD 패널에는 테이프 캐리어 패키지 및 인쇄회로기판이 부착되어 LCD 패널 어셈블리가 제조된다. LCD 패널 어셈블리는 다시 백라이트 어셈블리와 결합되어 액정표시장치가 제조된다. 공정수를 크게 감소시키고, 특히 비접촉 방식으로 액정을 에러 관측이 가능한 방식으로 배향 함으로써 액정 배향 공정에서의 불량률을 크게 감소시킨다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

액정표시장치, 비접촉 배향

**【명세서】****【발명의 명칭】**

액정표시장치의 제조 방법 {METHOD FOR FABRICATING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 액정표시장치의 제조 방법을 도시한 순서도이다

도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 제 1 모기판 및 제 1 모기판에 형성된 TFT 단위 셀 형성 영역(TFT unit cell forming area)을 도시한 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 TFT 단위셀 형성 영역에 형성된 TFT 단위셀을 이루는 화소 전극 및 박막 트랜지스터를 도시한 개념도이다.

도 4는 도 3의 박막 트랜지스터 및 화소 전극의 프로파일을 도시한 단면도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 의한 제 2 모기판 및 제 2 모기판에 형성된 컬러필터 단위셀 형성 영역을 도시한 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 의한 컬러필터 단위셀의 단면도이다.

도 7은 본 발명의 비접촉 액정 배향 실시예 1에 의한 제 1 모기판 또는 제 2 모기판의 표면에 형성된 배향막을 도시한 단면도이다.

도 8은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 1>에 의한 비접촉 액정 배향 방법을 도시한 순서도이다.

도 9는 제 1 이온빔을 발생하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 10은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 1>에 의한 비접촉 액정 배향 장치를 도시한 개념도이다.

도 11은 도 10의 제 1 이온빔 발생 모듈, 제 2 이온빔 발생 모듈 및 원자 빔 형성 모듈을 도시한 개념도이다.

도 12는 도 10의 비접촉 액정 배향 장치 및 DLC 박막 형성 장치를 함께 도시한 개념도이다.

도 13은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 14는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>에 의하여 DLC 박막의 표면에 액정 배향용 전위를 형성하는 과정이 도시된 순서도이다.

도 15는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>의 제 1 실시예에 의하여 서브 채널에 수산화기를 결합하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 16은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>의 제 2 실시예에 의하여 서브 채널에 수소기를 결합하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 17은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>의 제 3 실시예에 의하여 서브 채널에 질소기를 결합하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 18은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 비접촉 액정 배향 장치를 도시한 개념도이다.

도 19는 본 발명의 제 2 실시예에 의한 전위 유지 장치의 개념도이다.

도 20은 본 발명의 제 3 실시예에 의한 전위 유지 장치를 도시한 개념도이다.

도 21은 본 발명의 제 4 실시예에 의한 전위 유지 장치를 도시한 개념도이다.

도 22는 본 발명에 의한 원자 빔 형성 방법을 도시한 순서도이다.

도 23은 본 발명의 원자 빔 형성 장치의 제 1 실시예를 도시한 개념도이다.

도 24는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 3>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 25는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 3>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 장치를 도시한 순서도이다.

도 26은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 3>에 의하여 모기판에 형성된 투명박막을 도시한 단면도이다.

도 27은 도 26의 투명박막의 표면에 탄소 중합체가 형성된 것을 도시한 개념도이다.

도 28은 본 발명의 액정 언-필 영역 검사 방법을 도시한 순서도이다.

도 29는 본 발명의 액정 언-필 영역 검사 설비의 일실시예를 도시한 개념도이다.

도 30은 본 발명의 비접촉 LCD 단위셀 검사 방법에 의하여 LCD 단위셀을 검사하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 31은 비접촉 방식으로 LCD 단위셀을 검사하는 장치의 개념도이다.

도 32는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 실시예를 도시한 개념도이다.

도 33은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비에 사용되는 제 1 편광판 원단을 도시한 단면도이다.



도 34는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비에 사용되는 제 2 편광판 원단을 도시한 단면도이다.

도 35는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 마름질 모듈을 도시한 개념도이다.

도 36은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 X축 블레이드 모듈에 의하여 제 1 편광판 원단이 마름질된 것을 도시한 개념도이다.

도 37은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 Y축 블레이드 모듈에 의하여 제 2 편광판 원단이 마름질된 것을 도시한 개념도이다.

도 38은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 보호 시트 스트립 모듈을 도시한 개념도이다.

도 39는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 편광판 어택치 모듈을 도시한 개념도이다.

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<40> 본 발명은 액정표시장치의 제조 방법에 관한 것으로, 특히, 액정표시장치를 제조하는데 필요한 전체 제조 시간은 감소시키고, 액정표시장치의 수율은 증가시킨 액정표시장치의 제조 방법에 관한 것이다.

- <41> 일반적으로, 액정표시장치(Liquid Crystal Display device)는 다른 종류의 표시장치에 비하여 무게 및 부피가 매우 적은 장점을 갖는다. 반면, 액정표시장치는 무게 및 부피를 감소시키기 위해서 매우 복잡한 복수개의 제조 공정을 필요로 한다.
- <42> 액정표시장치를 제조하기 위한 제 1 공정은 모기판(mother glass)에 TFT 단위셀(TFT unit cell) 및 컬러필터 단위셀(color filter unit cell)을 형성하는 과정이다. 이 제 1 공정은 미합중국 특허 6,391,137호 "표시장치의 제조 방법"에 상세하게 개시되어 있다.
- <43> 액정표시장치를 제조하기 위한 제 2 공정은 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀에 액정(liquid crystal)을 배향(alignment) 하는 러빙 공정(rubbing process)을 포함한다.
- <44> 제 2 공정은 미합중국 특허 5,879,479 호에 개시된 "배향 장치, 액정표시장치용 기판에 액정을 배향하기 위한 러빙천, 액정표시장치의 제조 방법"에 상세하게 개시되어 있다. 러빙 공정은 러빙 롤러(rubbing roller)에 파일(pile)이 심어진 러빙천(rubbing cloth)을 배향막(alignment film)에 밀착시켜 회전시킴으로써 배향막의 표면에 액정을 프리틸트(pre-tilt) 시키기 위한 배향홈(alignment groove)을 형성한다.
- <45> 액정표시장치를 제조하기 위한 제 3 공정은 앞서 인용한 미합중국 특허 6,391,137호 "표시장치의 제조 방법"에 개시되어 있다. 구체적으로 제 3 공정은 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀이 얼라인 되도록 제 1 모기판 및 제 2 모기판을 어셈블리 하는 어셈블리 공정을 포함한다.

- <46> 이때, 어셈블리 된 제 1 모기판 및 제 2 모기판은 "조립기판(assembled substrate)"이라 불리며, 어셈블리 된 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀은 일반적으로 "LCD 단위셀(LCD unit cell)"이라 불린다.
- <47> 제 4 공정은 역시 앞서 인용된 미합중국 특허 6,391,137호 "표시장치의 제조 방법"에 개시되어 있다. 제 4 공정은 조립기판으로부터 LCD 단위셀을 절단하여 분리하는 개별화 공정을 포함한다. 조립기판으로부터 절단되어 분리된 LCD 단위셀은 LCD 패널(Liquid Crystal Display panel)이라 불린다.
- <48> 제 5 공정은 조립기판으로부터 개별화된 LCD 패널에 테스트 구동 신호를 인가하여 LCD 패널의 양부를 검사하는 검사 공정을 포함한다.
- <49> 제 6 공정은 양품 LCD 패널의 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀의 사이에 형성된 셀 갭(cell gap)에 액정을 공급하는 액정 공정 및 셀 갭을 조절하는 셀 갭 조절 공정을 포함한다.
- <50> 제 7 공정은 LCD 패널에 편광판(polarizing plate)을 부착하는 편광판 부착 공정 및 LCD 패널에 구동 모듈(driving module)을 설치하는 모듈 공정을 포함한다. 구동 모듈이 설치된 LCD 패널은 LCD 패널 어셈블리(LCD panel assembly)라 불린다.
- <51> 종래 액정표시장치 제조 공정은 제 1 공정 및 제 7 공정의 순서를 유지하면서 각 공정에서의 공정 오류를 최소화하는 방식을 채택하고 있다.
- <52> 그러나, 종래 액정표시장치 제조 공정은 몇 가지 치명적인 결함을 갖고 있다.
- <53> 대표적인 문제점으로는 모기판 또는 조립기판으로 제조 공정을 수행하는 제 1 공정 내지 제 3 공정에서의 공정 진행 속도 및 조립기판으로부터 분리된 LCD 패널 또는 LCD

패널 어셈블리로 제조 공정을 수행하는 제 4 공정 내지 제 7 공정에서의 공정 진행 속도가 서로 다르다는 것이다. 일반적으로 제 1 공정 내지 제 3 공정에서의 공정 진행 속도가 제 4 공정 내지 제 7 공정에서의 공정 진행 속도보다 빠르다.

<54> 예를 들면, TFT 단위셀 제조 공정, 컬러필터 단위셀 제조 공정, 조립기판을 형성하는 공정의 공정 진행 속도는 절단 공정, 검사 공정, 액정 주입 공정, 셀 갭 조절 공정, 모듈 공정의 진행 속도보다 빠르다.

<55> 이에 따라 제 3 공정을 종료한 조립 기판은 제 4 공정을 진행하기 위해서 일정 시간 공정 대기를 해야 한다. 이처럼, 조립 기판의 공정 대기 시간이 길어질 경우, 액정표시장치의 생산 효율은 급격히 감소된다.

<56> 이를 극복하기 위해서, 제 4 공정 내지 제 7 공정을 수행하는 공정 설비를 대폭 증설하는 방법이 있다. 그러나, 이 방법은 조립 기판의 공정 대기 시간을 단축시키는 반면 설비 투자비용을 크게 증가시키는 또 다른 문제점을 발생시킨다.

<57> 종래 액정표시장치를 제조하는 방법에서 발생하는 세부적인 문제점은 다음과 같다.

<58> 첫 번째 문제점은 액정을 배향하기 위한 러빙 공정을 수행하는 과정에서 발생한다. 종래 러빙 공정은 배향막에 파일이 형성된 러빙천을 문질러 액정 배향용 배향홈을 형성한다.

<59> 그러나, 종래 러빙 공정은 배향홈이 형성되는 과정에서 다량의 미세 파티클이 발생하는 문제점을 갖는다. 러빙 공정 중 발생한 미세 파티클은 높은 청정도를 요구하는 박막 제조 설비에서의 공정 불량률 유발시킨다.

1020020072796

- <60> 또한, 러빙 공정 중 발생한 미세 파티클을 제거하기 위해서는 세정 공정을 반드시 수행해야 한다. 세정 공정은 다시 배향막에 붙은 미세 파티클을 화학 용액으로 제거하기 위한 케미컬 세정, 케미컬을 제거하기 위한 순수 세정 및 순수를 건조하기 위한 건조 공정이 포함된다. 결국, 세정 공정이 추가됨으로써 액정표시장치의 전체 제조 시간은 크게 증가된다.
- <61> 또한, 종래 러빙 공정은 주기적으로 소모품인 러빙천을 교체 또는 클리닝해야 한다. 이에 따라 배향막 공정은 구조적으로 연속적으로 수행되기 매우 어렵다.
- <62> 또한, 종래 러빙 공정은 러빙천에 형성된 파일을 사용하여 배향홈을 형성하기 때문에 배향막에 배향홈을 형성한 후, 배향홈의 불량 여부를 판별하기 매우 어려운 또 다른 문제점도 함께 갖는다. 배향홈의 불량 여부는 액정표시장치가 제조된 후 신뢰성 테스트 중이나 발견이 가능하다. 배향홈의 형성 상태가 불량한 액정표시장치는 표시 품질이 크게 저하되어 상품으로써 가치가 크게 떨어진다.
- <63> 두 번째 문제점은 조립기판을 제조한 후에 발생한다. 조립기판을 제조한 후에는 액정을 주입하기 위해서 조립기판으로부터 LCD 단위셀을 분리하여 LCD 패널을 제작하는 과정이 수행된다. 이 과정에서 LCD 패널에 형성된 신호 입출력 단자들은 대기 중에 노출된다. 신호 입출력 단자들은 대기중의 산소에 의하여 산화되고, 신호 입출력 단자의 표면에는 얇은 산화피막(oxidation film)이 형성된다. 산화피막은 신호 입출력 단자의 전기적 특성을 크게 저하시켜 디스플레이 품질에 영향을 준다.
- <64> 세 번째 문제점을 모듈 공정에서 발생한다. 액정까지 주입된 LCD 패널에는 모듈 공정에 의하여 편광판이 부착된다. 이때, 편광판은 조립기판으로부터 분리된 각각의 LCD 패널마다 하나씩 부착됨으로 편광판 부착에 매우 많은 시간이 소요된다.

<65> 이와 같은 문제점을 극복하기 위해서, 편광판은 조립 기판의 LCD 단위셀에 부착된 후 절단될 수 있다. 그러나, 조립기판을 절단하기 이전에는 LCD 단위셀의 양부를 판별할 수 없기 때문에 공정 중 불량 발생 시 불량 LCD 단위셀에 편광판이 부착되어 편광판이 낭비되는 또 다른 문제점을 갖는다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<66> 따라서, 본 발명은 이와 같은 종래 문제점을 감안한 것으로써, 본 발명의 목적은 액정표시장치의 제조 공정을 변경하여 액정표시장치를 제조하는데 필요한 전체 공정 소요 시간을 감소시키고, 액정표시장치의 수율을 향상시키는 액정표시장치의 제조 방법을 제공함에 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<67> 이와 같은 본 발명의 목적을 구현하기 위하여, 본 발명은 제 1 모기판에 형성된 TFT 기판 형성 영역에 TFT 단위셀, 제 2 모기판에 형성된 컬러필터 기판 형성 영역에 컬러필터 단위셀을 각각 형성하는 단계, TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀에 비접촉 방식으로 배향막을 형성하는 단계, TFT 단위셀, 컬러필터 단위셀의 사이에 액정이 배치되도록 제 1, 제 2 모기판을 어셈블리 하여 조립기판을 제조하는 단계, 조립기판에 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀로 구성된 LCD 단위셀에 비접촉 방식으로 테스트 구동 신호를 인가하여 LCD 단위셀의 양부를 판별하는 단계, 조립 기판에 형성된 LCD 단위셀을 개별화하여 LCD 패널을 제조하는 과정 및 LCD 패널에 구동 모듈을 어셈블리 하여 LCD 패널 어셈블리를 제조하는 과정을 포함하는 액정표시장치의 제조 방법을 제공한다.

- <68> 본 발명에 의하면 액정표시장치를 제조하는 과정을 모기판에서 대부분 이루어지도록 단위 공정을 개선하여 액정표시장치의 제조 수율을 크게 향상시킴은 물론 액정표시장치를 제조하는데 필요한 제조 시간을 크게 단축시킨다.
- <69> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하고자 한다.
- <70> 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 액정표시장치의 제조 방법을 도시한 순서도이다.
- <71> 도 1을 참조하면, 액정표시장치를 제조하기 위해서, 먼저, 제 1 모기판(first mother substrate)에는 TFT 단위셀(Thin Film Transistor unit cell)이 형성되고, 제 2 모기판(second mother substrate)에는 컬러필터 단위셀(color filter unit cell)이 형성되는 과정이 수행된다(단계 100).
- <72> 이때, 제 1 모기판에 TFT 단위셀 및 제 2 모기판에 컬러필터 단위셀을 형성하는 과정은 서로 다른 경로를 통하여 수행된다.
- <73> 도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 제 1 모기판 및 제 1 모기판에 형성된 TFT 단위셀 형성 영역(TFT unit cell forming area)을 도시한 개념도이다.
- <74> 도 2를 참조하면, 도면부호 10은 제 1 모기판이며, 도면부호 20은 TFT 단위셀 형성 영역이다.
- <75> 제 1 모기판(10)은, 예를 들어, 1600mm X 400mm의 크기를 갖는다. 바람직하게, 제 1 모기판(10)은 투명하면서 내열성이 뛰어난 유리 기판(glass substrate)이다.

- <76> TFT 단위셀 형성 영역(20)은 도 2에 점선으로 도시되어 있다. TFT 단위셀 형성 영역(20)은 제 1 모기판(10)에 적어도 1 개가 형성된다. 본 발명에서는 바람직하게 제 1 모기판(10)에 6 개의 TFT 단위셀 형성 영역(20)이 형성된다. 각 TFT 단위셀 형성 영역(30)의 내부에는 TFT 단위셀(TFT unit cell;30)이 형성된다.
- <77> 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 TFT 단위셀 형성 영역에 형성된 TFT 단위셀을 이루는 화소 전극 및 박막 트랜지스터를 도시한 개념도이다. 도 4는 도 3의 박막 트랜지스터 및 화소 전극의 프로파일을 도시한 단면도이다.
- <78> 도 3 또는 도 4를 참조하면, TFT 단위셀(30)은 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT;40), 게이트 라인(gate line;50), 데이터 라인(data line;60) 및 화소 전극(pixel electrode;70)을 포함한다.
- <79> 액정표시장치의 해상도가 1024 ×68 일 경우, 박막 트랜지스터(40)는 TFT 단위셀 형성 영역(20)의 내부에 1024 ×68 ×개가 매트릭스 형상으로 형성된다.
- <80> 도 4를 참조하면, 박막 트랜지스터(40)는 게이트 전극(gate electrode;42), 게이트 절연막(gate insulation film;43), 소오스 전극(source electrode;44) 및 드레인 전극(drain electrode;46) 및 채널층(channel layer;48)으로 구성된다.
- <81> 다시 도 3을 참조하면, 게이트 라인(50)은 게이트 전극(42)을 형성하는 과정에서 형성된다. 하나의 게이트 라인(50)은 매트릭스 형태로 배치된 박막 트랜지스터(40)들 중 한 행에 속한 박막 트랜지스터의 게이트 전극(42)들에 모두 연결된다.
- <82> 데이터 라인(60)은 박막 트랜지스터(40)의 소오스 전극(44) 및 드레인 전극(46)을 형성하는 과정에서 형성된다. 하나의 데이터 라인(60)은 매트릭스 형태로 배치된 박막



트랜지스터(40)들 중 한 열에 속한 박막 트랜지스터의 소오스 전극(44)들에 모두 연결된다.

<83> 픽셀 전극(70)은 광투과율 및 전기전도도가 뛰어나면서 투명한 물질로 제작된다. 바람직하게 픽셀 전극(70)은 인듐 주석 산화막(Indium Tin Oxide, ITO) 물질 또는 인듐 아연 산화막(Indium Zinc Oxide) 물질로 제작된다. 픽셀 전극(70)은 하나의 박막 트랜지스터(40)마다 하나씩 형성되고, 드레인 전극(46)에 연결된다.

<84> 도 5는 본 발명의 일실시예에 의한 제 2 모기판 및 제 2 모기판에 형성된 컬러필터 단위셀 형성 영역을 도시한 개념도이다.

<85> 제 2 모기판(second mother substrate;80)은 1600mm X400mm의 크기를 갖는다. 바람직하게, 제 2 모기판(80)은 투명하면서 내열성이 뛰어난 플레이트 형상의 유리 기판이다.

<86> 컬러필터 단위셀 형성 영역(90)은 도 5에 점선으로 도시되어 있다. 컬러필터 단위셀 형성 영역(90)은 제 2 모기판(80)에 적어도 1 개가 형성된다. 바람직하게, 컬러필터 단위셀 형성 영역(90)은 제 2 모기판(80)에 6 개가 형성된다.

<87> 컬러필터 단위셀(100)은 각 컬러필터 단위셀 형성 영역(90)마다 하나씩 형성된다.

<88> 도 6은 본 발명의 일실시예에 의한 컬러필터 단위셀의 단면도이다.

<89> 도 6을 참조하면, 컬러필터 단위셀(100)은 컬러필터(color filter;110) 및 공통 전극(common electrode;120)으로 구성된다.

<90> 컬러필터(110)는 광 중 레드 파장의 광만을 통과시키는 레드 컬러 필터(112), 광 중 그린 파장의 광만을 통과시키는 그린 컬러 필터(114) 및 광 중 블루 파장의 광만을

통과시키는 블루 컬러 필터(116)로 구성된다. 레드 컬러 필터(112), 그린 컬러 필터(114) 및 블루 컬러 필터(116)는 도 3에 도시된 TFT 단위셀(30)의 픽셀 전극(70)과 일대일 대응하는 위치에 형성된다.

<91> 공통 전극(120)은 광투과율이 높고 전기 전도도가 뛰어난 물질로 제작된다. 바람직하게 공통 전극(120)은 인듐 주석 산화막(Indium Tin Oxide, ITO) 물질 또는 인듐 아연 산화막(Indium Zinc Oxide) 물질로 제작된다. 공통 전극(120)은 컬러필터(110)의 상면에 형성되며, 컬러필터 단위셀 형성 영역(90)의 전체에 형성된다.

<92> 도 1을 참조하면, 제 1 모기판(10)에 TFT 단위셀(30), 제 2 모기판(80)에 컬러필터 단위셀(100)이 형성된 후에는 TFT 단위셀(30) 및 컬러필터 단위셀(100)의 표면에 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 과정이 수행된다(단계 200).

<93> TFT 단위셀(30) 및 컬러필터 단위셀(100)의 표면에 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 것은 종래 폴리이미드 박막(polyimide film) 및 러빙 공정을 통하여 액정을 배향 할 때 발생하던 문제점들을 완전히 해결하기 위함이다.

<94> TFT 단위셀(30)을 갖는 제 1 모기판(10) 및 컬러필터 단위셀(100)을 갖는 제 2 모기판(80)은 중력 방향으로 세워진 상태로 자동 반송 대차(Auto Guided Vehicle, AGV) 또는 수동 대차에 의하여 액정을 배향하기 위한 후속 공정으로 이송된다.

<95> 이때, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 수직 반송하는 이유는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)의 크기가 점차 증가되어 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판을 이송하는 과정에서 다양한 문제점을 발생하기 때문이다.

- <96> 예를 들면, 자동 반송 대차 또는 수동 반송 대차가 대형 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 수평 반송할 경우, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)은 중력에 의해 힘이 발생되고, 힘에 의해 TFT 단위셀(30) 또는 컬러필터 단위셀(100)에 형성된 패턴이 단락, 파손되는 문제점을 갖는다.
- <97> 이와 같은 문제점은 수직 반송에 의하여 해결된다. 이는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 수직 반송할 경우, 중력에 의한 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)의 힘을 최소화할 수 있기 때문이다.
- <98> 또한, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 수직 반송할 경우, 클린 룸의 천장에서 바닥 방향으로 분사되는 공기와 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)의 접촉 면적을 최소화한다. 즉, 자동 반송 대차 또는 수동 반송 대차에 의하여 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 수직 반송함에 따라 오염원에 의한 오염을 최소화할 수 있다.
- <99> 또한, 액정표시장치를 제조하는 대부분의 설비는 기판을 수직 방향으로 세워 설비에 고정한 후 기판을 수평 방향으로 눕혀 공정을 진행하기 때문에 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 수직 반송할 경우 공정 시간을 추가적으로 단축시킬 수 있다.
- <100> 이하, 수직 반송된 TFT 단위셀(30) 및 컬러필터 단위셀(100)에 비접촉 방식으로 액정을 형성하는 방법 및 장치를 3 개의 실시예를 통하여 설명하기로 한다.
- <101> <비접촉 액정 배향 실시예 1>

- <102> 비접촉 방식으로 도 2에 도시된 TFT 단위셀(30) 또는 도 5에 도시된 컬러필터 단위 셀에 액정 배향하기 위해서는 특별히 제작된 배향막 및 배향막에 주사되는 원자 빔(atom beam)을 필요로 한다.
- <103> 도 7은 본 발명의 비접촉 액정 배향 실시예 1에 의한 제 1 모기판 또는 제 2 모기판의 표면에 형성된 배향막을 도시한 단면도이다.
- <104> 도 7을 참조하면, 배향막(130)은 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀의 표면에 형성된 다이아몬드 라이크 카본 박막(Diamond-Like-Carbon film, DLC)이다. 이하, 다이아몬드 라이크 카본 박막을 "DLC 박막"이라 칭하기로 하며, 도면부호 130을 부여하기로 한다.
- <105> 배향막으로 DLC 박막(130)을 사용하는 이유는 DLC 박막(130)이 탄소 원자간 이중 결합(double bond) 구조를 갖기 때문이다. 구체적으로 DLC 박막(130)은 탄소 원자간 상호 이중 결합 구조를 갖는다.
- <106> 이때, 탄소 이중 결합 구조를 외력에 의해 깨뜨려 단일 결합(single bond)으로 변경할 경우, 단일 결합된 탄소 원자들은 화학적, 전기적으로 극성(polarity)을 갖는 라디칼(radical) 상태를 갖는다.
- <107> 이와 같이 라디칼 상태를 포함하는 DLC 박막(130)에 액정표시장치에 사용되는 액정을 도포하면, 액정은 라디칼 상태인 DLC 박막(130)에 의하여 셀프 얼라인(self-align)된다.
- <108> 이는 액정 분자는 결정(crystal)과 액체(liquid)의 특성을 모두 갖으며, 전기장의 방향에 대하여 마치 나침반과 같이 배열하는 방향 인자(direction factor)를 갖기 때문이다.

- <109> 본 발명에서는 원자 빔을 이용하여 DLC 박막(130)의 표면에 라디칼을 형성한다.
- <110> 이때, 가장 문제가 되는 부분은 액정의 프리틸트 각(pre-tilt angle)이다. 액정의 프리틸트 각은 액정표시장치의 시야각(viewing angle)에 많은 영향을 미친다. 예를 들어, 액정의 프리틸트 각이 액정표시장치에서 위치에 따라서 국부적으로 변경될 경우, 화면이 얼룩져 보이는 디스플레이 불량 발생한다.
- <111> 원자 빔으로 DLC 박막(130)에 라디칼 상태를 형성할 때, 원자 빔과 DLC 박막(130)이 이루는 각도가 국부적으로 상이할 경우, 액정의 프리틸트각은 국부적으로 변경된다.
- <112> 따라서, 원자 빔 및 DLC 박막(130)이 이루는 주사각도는 디스플레이 품질 측면에서 매우 중요하다.
- <113> 도 8은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 1>에 의한 비접촉 액정 배향 방법을 도시한 순서도이다.
- <114> 도 8을 참조하면, 비접촉 방식으로 DLC 박막의 표면에 액정을 배향하기 위해서 먼저, 제 1 이온빔(first ion beam)을 발생하는 단계가 수행된다(단계 205).
- <115> 도 9는 제 1 이온빔을 발생하는 과정을 도시한 순서도이다.
- <116> 도 9를 참조하면, 제 1 이온빔을 발생하는 과정(단계 205)은 다시 소스 가스(source gas)를 공급받는 과정(단계 206), 소스 가스를 해리(dissociation) 하여 이온(ion)을 발생하는 과정(단계 207) 및 이온을 가속하는 과정(단계 208)으로 구성된다.
- <117> 소스 가스를 공급받는 과정(단계 206)에서는 아르곤 가스(Ar gas)를 공급받는다.
- <118> 소스 가스를 해리 하여 이온을 발생하는 과정(단계 207)은 크게 보아 플라즈마를 이용하는 방법 및 2500K 이상의 고온을 이용하는 2 가지 방법이 사용된다.

- <119> 본 발명에서는 바람직하게 소스 가스를 2500K 이상의 고온에서 해리 하는 방법이 사용된다.
- <120> 소스 가스를 해리 하여 이온을 발생하는 과정(단계 207) 이후에는 소스 가스로부터 해리 된 이온을 지정된 방향으로 가속하는 과정(단계 208)이 수행된다. 이온을 가속하는 과정(단계 208)은 이온으로부터 소정 거리 이격된 곳에 이온과 반대 극성을 갖는 전원을 인가함으로써 구현된다.
- <121> 예를 들어, 소스 가스로부터 해리 된 이온이 (+) 극성을 갖는 아르곤 이온일 경우, (+)극성을 갖는 아르곤 이온을 충분히 가속하기 위해서는 DLC 박막 쪽에는 (-) 극성 영역이 형성된다.
- <122> 이에 따라 아르곤 이온은 쿨롱의 법칙에 의하여 (-) 극성 쪽, 다시 말해, DLC 박막을 향하는 방향으로 끌려간다. 또한, 아르곤 이온은 (-) 극성에 가까워질수록 더욱 빠르게 가속된다. 이때, 아르곤 이온을 가속하기 위한 (-) 극성의 세기는 아르곤 이온의 속도와 비례한다.
- <123> 이때, 제 1 이온빔과 DLC 박막의 주사 각도는 제 1 이온빔이 개구(aperture)를 통과하도록 함으로서 제어된다. 제 1 이온빔은 개구를 통과함으로써 DLC 박막에 개구의 형상과 닮은꼴로 도달된다.
- <124> 그러나, 이와 같이 개구를 통하여 제 1 이온빔을 DLC 박막에 주사하는 방법의 경우, 제 1 이온빔과 DLC 박막이 이루는 주사각도를 정밀하게 제어하기 어렵다.
- <125> 이와 같은 이유로, 도 8을 참조하면, 본 발명에서는 바람직하게 제 1 이온빔을 형성한 후 제 1 이온빔을 제 2 이온빔으로 변경하는 과정이 수행된다(단계 210).

- <126> 제 2 이온빔은 제 1 이온빔의 형상을 전기적인 방법 및 물리적인 방법으로 변경시킨다. 제 2 이온빔은 제 1 이온빔의 형상에 상관없이 DLC 박막에 직사각형 형상으로 주사된다.
- <127> 구체적으로, 제 2 이온빔의 형상은 제 1 이온빔이 DLC 박막을 향하여 주사되는 도중 직사각형 형태로 변경된다. 제 2 이온빔을 형성하기 위해서는 제 1 이온빔을 입구는 넓고 출구는 직사각형 형상을 갖는 통체를 사용하는 것이 바람직하다.
- <128> 이때, 제 2 이온빔과 DLC 박막이 이루는 각도는 매우 중요하다. 이는 액정의 프리틸트각이 제 2 이온빔과 DLC 박막이 이루는 각도에 의하여 결정되기 때문이다.
- <129> 제 2 이온빔 및 DLC 박막이 이루는 각도는  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 이다. 예를 들어, 액정이 트위스트 네마틱 액정(Twist Nematic liquid crystal, TN)일 경우, 제 2 이온빔 및 DLC 박막이 이루는 각도는  $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 이다. 반면, 액정이 수직 배향 모드 액정일 경우, 제 2 이온빔 및 DLC 박막이 이루는 각도는  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ , 바람직하게  $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 이다.
- <130> 이어서, 도 8을 참조하면, 제 2 이온빔은 DLC 박막을 향하는 도중 원자 빔으로 변경된다(단계 215). 이때, 원자 빔이 갖는 속도 및 방향은 제 2 이온빔이 갖는 속도 및 방향과 동일하게 유지된다.
- <131> 이를 구현하기 위해서, 제 2 이온빔의 진행 경로에는 제 2 이온빔에 포함된 이온을 중성 상태인 소스가스 상태로 환원하기 위해 다량의 전자가 공급된다. 제 2 이온빔은 전기적으로 매우 불안정한 상태이기 때문에 공급된 전자와 쉽게 결합하여 안정한 중성 상태의 원자 빔으로 변환된다.

- <132> 이때, 원자 빔은 제 2 이온빔과 마찬가지로 DLC 박막에 직사각형 형태로 주사된다. 따라서, 원자 빔을 DLC 박막의 전체 면적에 주사하기 위해서는 원자 빔을 DLC 박막에 스캐닝하는 과정이 수행된다(단계 220).
- <133> 원자 빔을 배향막에 스캐닝하는 과정은 원자 빔을 고정시킨 상태에서 DLC 박막을 이송하는 방법 또는 DLC 박막을 고정시킨 상태에서 원자 빔을 이송하는 방법이 사용될 수 있다.
- <134> 본 발명에서는 2 가지 방법이 모두 사용될 수 있지만, 바람직하게 DLC 박막을 고정시킨 상태에서 원자 빔을 이송하는 방법이 사용된다.
- <135> 도 10은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 1>에 의한 비접촉 액정 배향 장치를 도시한 개념도이다. 도 11은 도 10의 제 1 이온빔 발생 모듈, 제 2 이온빔 발생 모듈 및 원자 빔 형성 모듈을 도시한 개념도이다. 도 12는 도 10의 비접촉 액정 배향 장치 및 DLC 박막 형성 장치를 함께 도시한 개념도이다.
- <136> 도 10을 참조하면, 비접촉 액정 배향 장치(140)는 제 1 이온빔 발생 모듈(150), 제 2 이온빔 발생 모듈(160), 원자 빔 형성 모듈(170), 이송 모듈(180)을 포함한다.
- <137> 도 11을 참조하면, 제 1 이온빔 발생 모듈(150)은 제 1 이온빔 하우징(152), 소스 가스 공급 유닛(154), 소스 가스 해리 유닛(156) 및 이온 가속 유닛(158)을 포함한다.
- <138> 제 1 이온빔 하우징(152)은 제 1 이온빔을 형성하기 위해 외부에 대하여 격리된 공간을 제공한다. 제 1 이온빔 하우징(152)은 이온 발생 영역(ion generation area), 이온 가속 영역(ion acceleration area)으로 나뉘어진다.



- <139> 제 1 이온빔 하우징(152)의 이온 발생 영역에는 소스 가스 공급 유닛(154)이 연결된다. 소스 가스 공급 유닛(154)은 소스가스 공급 배관(155)을 통하여 제 1 이온빔 하우징(152)의 내부에 아르곤 가스(Ar gas)를 공급한다. 아르곤 가스는 원자량이 커 가속된 상태에서 DLC 박막의 표면의 탄소 이중 결합 구조를 깨뜨리는데 적합하다.
- <140> 소스 가스 해리 유닛(156)은 이온 발생 영역으로 공급된 아르곤 가스를 해리 한다. 소스 가스 해리 유닛(156)은 매우 다양한 구성을 가질 수 있다.
- <141> 예를 들면, 소스 가스 해리 유닛(156)은 마주보는 캐소드 전극(cathode electrode), 애노드 전극(anode electrode) 및 캐소드 전극 및 애노드 전극에 전원을 공급하는 전원 공급 장치(power supply)로 구성될 수 있다.
- <142> 구체적으로, 전원 공급 장치는 캐소드 전극 및 애노드 전극에 아르곤 가스를 해리 하기에 충분한 전압차를 인가한다. 이에 따라 아르곤 가스는 캐소드 전극 및 애노드 전극의 사이에서 아르곤 원자, 전자 및 중성자로 해리 된다.
- <143> 또 다른 예를 들면, 소스 가스 해리 유닛(156)은 전자를 방출하는 텅스텐 필라멘트(156a), 텅스텐 필라멘트(156a)를 가열하는 전원 공급 장치(156b)로 구성될 수 있다. 텅스텐 필라멘트(156a)는 2500K 이상으로 가열되면서 다량의 전자를 방출한다. 텅스텐 필라멘트(156a)로부터 방출된 전자는 아르곤 가스와 충돌하면서 아르곤 가스를 아르곤 이온으로 만든다.
- <144> 이온 가속 유닛(158)은 제 1 이온빔 하우징(152)의 이온 가속 영역에 설치된다. 이온 가속 유닛(158)은 소스 가스 해리 유닛(156)에서 해리 되어 발생한 이온을 가속시킨

다. 이온 가속 유닛(158)은 이온을 DLC 박막의 표면과 충돌하면서 DLC 박막의 표면의 이중 결합 구조를 깨뜨리기 충분할 정도로 가속시킨다.

<145> 이온 가속 유닛(158)은 메쉬(mesh) 구조를 갖는 이온 가속 전극(158a) 및 이온과 반대 극성을 갖는 전원을 공급하는 전원 공급 장치(158b)로 구성된다. 예를 들어, 소스 가스 해리 유닛(156)에 의하여 제 1 이온빔 하우징(152)의 내부에 (+) 극성을 갖는 이온이 생성되면, 이온 가속 유닛(158)의 전원 인가 장치(158b)는 이온 가속 전극(158a)에 (-) 극성을 갖는 전원을 인가한다. 이온은 쿨롱의 힘에 의하여 이온 가속 전극(158a)을 향하여 이동된다.

<146> 이때, 이온 가속 전극(158a)에 인가되는 전원의 세기에 따라서 이온의 속도가 조절된다.

<147> 이때, 이온 가속 전극(158a)에 너무 큰 전원이 인가되면 이온은 DLC 박막의 표면을 뚫고 주입(implant) 되어 DLC 박막의 표면을 손상시킨다. 반면, 이온 가속 전극(158a)에 너무 작은 전원이 인가되면 이온은 DLC 박막의 표면의 이중 결합 구조를 파괴하지 못한다. 따라서, 이온 가속 전극(158a)에 인가되는 전원은 DLC 박막의 표면에 주입되지 않으면서 DLC 박막의 표면의 이중 결합 구조를 깨뜨리기에 적합한 전원이 인가되도록 한다.

<148> 이와 같은 과정을 통하여 제 1 이온빔 발생 모듈(150)에서 발생한 제 1 이온빔은 전기적인 힘에 의하여 충분히 가속된 상태에서 제 2 이온빔 발생 모듈(160)로 인가된다.

<149> 제 2 이온빔 발생 모듈(160)은 제 2 이온빔 하우징(162), 제 2 이온빔 발생 몸체(164) 및 제 1 이온빔 가속 장치(166) 및 전원 공급장치(168)로 구성된다.

- <150> 제 2 이온빔 하우징(162)은 비 도전체로 제작되며, 제 1 이온빔 하우징(152)과 절연된 상태로 연결된다. 제 2 이온빔 하우징(162)에는 제 2 이온빔 발생 몸체(164)가 설치된다. 제 2 이온빔 발생 몸체(164)는 제 1 이온빔이 입사되는 제 1 이온빔 유입구(164a) 및 제 2 이온빔이 방출되는 제 2 이온빔 방출구(164b)를 포함한다.
- <151> 제 1 이온빔 유입구(164a)는 제 1 이온빔이 입사되기에 충분한 단면적을 갖으며, 형상에는 구애받지 않는다. 제 1 이온빔 유입구(164a)에는 도전성 재질의 제 1 이온빔 가속 장치(166)가 형성된다. 제 1 이온빔 가속 장치(166)에는 제 1 이온빔과 반대 극성을 갖는 전원이 전원 공급 장치(168)로부터 인가된다. 제 1 이온빔 유입구(164a)에 설치된 제 1 이온빔 가속 장치(166)는 제 1 이온빔을 다시 한번 가속하는 역할을 수행한다.
- <152> 반면, 제 2 이온빔 방출구(164b)는 폭은 좁고 길이는 긴 직사각형 형상을 갖는다. 따라서, 제 1 이온빔은 제 1 이온빔 유입구(164a)를 경유하여, 제 2 이온빔 방출구(164b)에 도달된다. 제 1 이온빔은 제 2 이온빔 방출구(164b)의 형상에 의하여 직사각형 형태로 형상이 변경되고, 제 2 이온빔 방출구(164b)에서는 제 2 이온빔이 방출된다.
- <153> 한편, 원자 빔 형성 모듈(170)은 원자 빔 발생 영역에 설치된다. 구체적으로 원자 빔 형성 모듈(170)은 제 2 이온빔 하우징(162)에 설치된다. 원자 빔 형성 모듈(170)은 제 2 이온빔을 원자 빔으로 변경시킨다. 원자 빔 형성 모듈(170)은 전자를 발생시키는 전자 발생 유닛(172) 및 전자를 이동시키는 전자 이동 유닛(174)으로 구성된다.
- <154> 전자 발생 유닛(172)은 텅스텐 필라멘트(172a) 및 텅스텐 필라멘트(172a)를 2500K 이상으로 가열하여 자유 전자를 발생하는데 필요한 전원을 공급하는 전원 공급 장치(172b)로 구성된다.

- <155> 전자 이동 유닛(174)은 전자 발생 유닛(172)과 마주보도록 설치된다. 전자 이동 유닛(174)은 전자 발생 유닛(172)에서 발생한 자유 전자를 전기적인 힘으로 끌어 당겨 이동시킨다. 이를 구현하기 위해서 전자 이동 유닛(172)은 자유 전자와 반대 극성을 갖는 전원을 인가하는 전원 공급 장치(174a) 및 전극(174b)으로 구성된다.
- <156> 따라서, 전자 발생 유닛(172)에서 발생한 자유 전자는 전자 이동 유닛(174)쪽으로 일정한 경로를 유지하면서 이동된다. 이때, 전자 발생 유닛(172)으로부터 전자 이동 유닛(174)으로 이동하는 자유 전자의 경로는 앞서 설명한 제 2 이온빔의 경로와 교차된다.
- <157> 따라서, 제 2 이온빔은 자유 전자와 교차하면서 제 2 이온빔 및 자유전자는 급속하게 결합된다. 이에 따라 제 2 이온빔을 구성하는 이온의 최외각 궤도로부터 결손되었던 원자가전자(valence electron)가 모두 채워져 전기적으로 안정한 상태로 환원된다. 즉, 아르곤 이온은 속도 및 방향을 유지한 상태에서 전기적으로 안정한 아르곤으로 환원된다. 이하, 속도 및 방향을 갖는 소스가스를 원자 빔이라 정의하기로 한다.
- <158> 이와 같은 구성을 갖는 원자 빔 형성 모듈(170)을 통과하면서 형성된 원자 빔은 DLC 박막의 일부분에 직사각형 형상으로 주사된다. 따라서 DLC 박막의 전체 면적에 원자 빔을 주사하기 위해서는 원자 빔 또는 DLC 박막을 이송해야 한다.
- <159> 이송 모듈(180)은 상호 결합된 제 1 이온빔 발생 모듈(150), 제 2 이온빔 발생 모듈(160) 및 원자 빔 형성 모듈(170)을 상대 이송시킨다.
- <160> 이와 같은 구성을 갖는 비접촉 액정 배향 장치(140)에서 상기 원자 빔 및 DLC 박막이 이루는 각도는  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 이다.

- <161> 이때, DLC 박막(130)의 상면에 배향 되는 액정이 트위스트 네마틱 액정일 경우, 원자 빔과 DLC 박막(130)이 이루는 각도는  $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 이다.
- <162> 한편, DLC 박막(130)의 상면에 배향 되는 액정이 수직 배향 모드 액정일 경우, 원자 빔과 DLC 박막(130)이 이루는 각도는  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 이며, 바람직하게는  $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 이다.
- <163> 한편, 비접촉 액정 배향 장치(140)는 제 1 이온빔- 제 2 이온빔 - 원자 빔이 생성되는 경로를 적어도 2 개 이상으로 형성하여, DLC 박막에 배향 될 액정의 종류에 따라서 원자 빔 및 DLC 박막이 이루는 주사 각도를 변경하는 것 역시 가능하다.
- <164> 이상에서는 다이아몬드 라이크 카본 박막에 비접촉 방식으로 액정을 비접촉 방식으로 형성하는 방법 및 장치에 대하여 설명하였다.
- <165> 이에 대하여 도 12에 도시된 실시예와 같이 DLC 박막 형성 장치에서 DLC 박막을 모기관에 형성한 후 모기관을 비접촉 액정 배향 장치로 이송하여 액정을 배향하기 위한 공정을 인-라인 방식으로 진행하는 것이 바람직하다.
- <166> 구체적으로, 비접촉 방식으로 액정을 배향하기 위한 DLC 박막 형성장치(190)는 앞서 설명한 TFT 단위셀(30) 또는 컬러필터 단위셀(100)에 비접촉 방식으로 액정이 배향되는 것을 가능케 한다. 이때, 액정을 비접촉 방식으로 배향하기 위해서는 원자간 이중결합 구조를 갖는 DLC 박막을 필요로 한다.
- <167> DLC 박막 형성 장치(190)는 챔버(191), 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)이 안착되는 기관 고정 유닛(192), 반응가스 공급 모듈(193), 진공 펌프(194) 및 플라즈마 발생 장치(195,196)를 포함한다.

- <168>       기관 고정 유닛(192)은 챔버(191)의 내부에 설치된다. 기관 고정 유닛(192)의 상면에는 TFT 단위셀(30)이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 컬러필터 단위셀(100)이 형성된 제 2 모기판(80)이 이송되어 안착된다.
- <169>       반응가스 공급 모듈(193)은 챔버(191) 내부로 헬륨 가스(He) 또는 아르곤 가스(Ar), 수소 가스(H<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>) 또는 아세틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)을 공급하는 역할을 한다.
- <170>       진공 펌프(194)는 챔버(191)의 내부를 약 60 Torr 정도에 불과한 고 진공압이 형성되도록 한다. 이에 따라 반응가스 이외의 불순물들은 DLC 박막을 형성하는 공정에 참여하지 못하게 된다.
- <171>       플라즈마 형성 장치(195,196)는 챔버(191)의 내부로 공급된 반응가스들이 화학 기상 반응하여, DLC가 생성되도록 한다. 플라즈마 형성 장치(195,196)는 헬륨 또는 아르곤 가스를 이온화하기에 충분한 전압차를 발생시키는 캐소드 전극(195) 및 애노드 전극(196) 및 전원 공급 장치(197)로 구성된다.
- <172>       이와 같은 구성을 갖는 DLC 박막 형성 장치(190) 및 비접촉 액정 배향 장치(140)는 직접 연결될 수 있다.
- <173>       반면, 도 112에 도시된 바와 같이 DLC 박막 형성 장치(190) 및 비접촉 액정 배향 장치(140)는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)이 임시적으로 대기하는 로드락 챔버(200)에 의하여 간접적으로 연결될 수 있다.
- <174>       도 12에 도시된 바와 같이 DLC 박막 형성 장치(190), 로드락 챔버(200) 및 비접촉 배향 장치(140)를 인-라인(in-line) 방식으로 설치할 경우, 액정 배향 공정을 수행하는

데 필요한 공정 시간을 크게 단축시킬 수 있으며, 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)이 대기 중에서 오염원에 오염되는 것 또한 최소화할 수 있는 장점을 갖는다.

<175> <비접촉 액정 배향 실시예 2>

<176> 도 13은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 방법을 도시한 순서도이다.

<177> 도 2에 도시된 TFT 단위셀(30)이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 도 5에 도시된 컬러 필터 단위셀(100)이 형성된 제 2 모기판(80)의 표면에 원자간 이중 결합 구조를 포함하는 박막을 형성하는 과정이 선행된다. 이때, 박막은 화학 기상 증착 공정에 의하여 형성된 DLC 박막이다.

<178> 도 13을 참조하면, 비접촉 방식으로 액정을 배향하기 위해서 먼저, DLC 박막의 표면에는 가속된 원자 빔이 충돌하는 메커니즘에 의하여 액정 배향용 극성 작용기가 형성된다(단계 225).

<179> 도 14는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>에 의하여 DLC 박막의 표면에 액정 배향용 극성 작용기를 형성하는 과정이 도시된 순서도이다.

<180> 도 14를 참조하면, 먼저, DLC 박막으로부터 소정 거리 이격된 곳으로부터 DLC 박막을 향하여 가속된 제 1 이온빔이 형성된다(단계 226).

<181> 이어서, 제 1 이온빔은 DLC 박막을 향하는 과정에서 DLC 박막의 표면에 직사각형 형태로 주사되는 제 2 이온빔으로 변경된다(단계 227). 이때, 제 2 이온빔은 제 1 이온

빔과 유사한 속도를 갖고, 제 2 이온빔의 주사 방향은 DLC 박막에 대하여  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 를 갖고, 액정의 종류에 따라서  $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ,  $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 를 갖는다.

<182> 제 2 이온빔은 다시 DLC 박막을 향하는 과정에서 제 2 이온빔과 교차되는 방향으로 주사된 전자빔(electric beam)에 의하여 다시 원자 빔으로 변경된다(단계 228). 이때, 원자 빔은 제 2 이온빔과 유사한 속도 및 방향을 갖는다.

<183> 원자 빔은 그대로 DLC 박막의 표면에 도달하여 충돌되고, 원자 빔은 DLC 박막의 표면을 따라서 스캐닝 된다(단계 229).

<184> DLC 박막의 표면에 충돌 된 원자 빔은 DLC 박막의 표면을 변화시킨다. 구체적으로, 원자 빔은 DLC 박막을 이루는 탄소 원자의 이중 결합 구조를 깨뜨리고, 이로 인해 DLC 박막의 표면에는 단일 결합 및 라디칼(radical) 상태의 서브 체인(sub chain)이 형성된다. 결국, DLC 박막의 표면에 형성된 라디칼에 의하여 액정을 배향하기에 충분한 액정 배향용 극성 작용기가 형성된다.

<185> DLC 박막의 표면에 형성된 액정 배향용 극성 작용기는 인공적으로 만들어졌기 때문에 전기적으로 매우 불안정한 상태이다. 이와 같은 이유로 액정 배향용 극성 작용기는 시간이 경과됨에 따라 불안정한 단일 결합 구조에서 안정한 이중 결합 구조 상태로 환원되려하는 경향을 갖는다.

<186> 원자 빔에 의하여 DLC 박막의 표면에 형성된 단일 결합 구조가 안정한 이중 결합 구조로 환원될 경우, DLC 박막의 표면에 형성되었던 액정 배향용 극성 작용기는 사라진다. 이처럼 액정 배향용 극성 작용기가 사라질 경우, 액정이 프리틸트각을 유지할 수 없



게 됨을 의미한다. 물론, 액정이 프리틸트각을 유지하지 못할 경우 원하는 품질의 디스플레이를 수행할 수 없게 된다.

<187> 따라서, DLC 박막에 형성된 액정 배향용 극성 작용기는 영구적으로 지속되어야 한다.

<188> 이를 구현하기 위해서 배향막의 표면에 액정 배향용 극성 작용기를 형성하는 과정 이후에는 액정 배향용 작용기를 영구적으로 유지하는 과정이 수행된다(단계 230).

<189> 액정 배향용 극성 작용기를 유지하기 위해서, 탄소 원자 및 탄소 원자들은 단일 결합 구조를 갖고, 탄소 원자 및 탄소 원자 간 결합이 깨져 라디칼 상태인 나머지 하나의 서브 체인에는 다른 물질이 결합되도록 하는 것이 바람직하다.

<190> <실시예 1>

<191> 도 15는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>의 제 1 실시예에 의하여 서브 체인에 수산화기를 결합하는 과정을 도시한 순서도이다.

<192> 먼저, 액정 배향용 극성 작용기를 영구적으로 유지하기 위해서, 원자 빔에 의하여 형성된 DLC 박막의 서브 체인에는 수산화기( $\text{OH}^-$ )가 결합되어, DLC 박막에는 C-OH 결합 구조가 형성된다.

<193> 수산화기를 DLC 박막의 서브 체인에 결합하기 위해서는 먼저, 순수(Deionized water, DI water)를  $100^\circ\text{C}$  정도로 가열하여 수증기 상태로 만드는 과정이 수행된다(단계 231). 수증기 상태인 순수는 액정 배향용 극성 작용기가 형성된 다이아몬드 라이크 카본 박막의 표면에 분사된다(단계 232).

<194> 이때, 순수를 가열하여 수증기 상태로 형성하는 과정(단계 231)은 반드시 필요하지는 않으나 순수와 서브 체인의 결합을 활성화시키는데 많은 영향을 미친다.

<195> 액정 배향용 극성 작용기가 형성된 DLC 박막에 형성된 서브 체인에 순수에 포함된 수산화기(OH<sup>-</sup>)가 결합될 경우, 서브 체인은 탄소와 재결합 할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 여전히 단일 결합을 유지하기 때문에 전기적으로 불안정한 상태 즉, 액정 배향용 극성 작용기는 그대로 유지된다.

<196> <실시예 2>

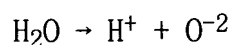
<197> 도 16은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>의 제 2 실시예에 의하여 서브 체인에 수소기를 결합하는 과정을 도시한 순서도이다.

<198> 먼저, 수소기(H<sup>+</sup>)를 DLC 박막의 서브 체인에 결합하기 위해서 DLC 박막의 표면에 순수를 공급하는 과정이 수행된다(단계 233).

<199> DLC 박막에 순수가 공급된 후에는 DLC 박막의 서브 체인에 수소기(H<sup>+</sup>)를 결합하기 위해서 순수가 공급된 DLC 박막에는 자외선(ultraviolet rays)이 주사되는 과정이 수행된다(단계 234).

<200> 순수에 자외선이 주사되면, 순수는 <화학식 1>과 같은 반응하여 수소기가 발생한다.

<201> 【화학식 1】



- <202> 자외선에 의하여 해리 된 수소기( $H^+$ )는 서브 체인에 결합되어 C-H 결합 구조를 형성한다.
- <203> 액정 배향용 극성 작용기가 형성된 DLC 박막에 형성된 서브 체인에 수소기( $H^+$ )가 결합될 경우, 서브 체인은 탄소와 다시 결합할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 여전히 단일 결합을 유지하기 때문에 전기적으로 불안정한 상태 즉, 액정 배향용 극성 작용기가 그대로 유지된다.
- <204> 이와 같이 자외선 및 순수를 이용하여 서브 체인에 수소를 결합시키는 방법은 매우 낮은 온도에서 공정을 수행할 수 있는 큰 장점을 갖는다.
- <205> 이와 달리 서브 체인에 수소기( $H^+$ )를 형성하기 위해서는 수소 가스를 2500K 이상으로 급속 가열된 영역을 통과시킴으로써 수소를 수소기로 분리할 수 있다. 예를 들면, 수소는 고 진공 상태에서 2500K 이상으로 가열된 영역을 통과함으로써 수소기로 해리되고, 고온에 의하여 해리 된 수소기는 앞서 설명한 바와 같이 서브 체인에 결합되어 C-H 결합 구조를 형성한다.
- <206> <실시예 3>
- <207> 도 17은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>의 제 3 실시예에 의하여 서브 체인에 질소기를 결합하는 과정을 도시한 순서도이다.
- <208> 먼저, 액정 배향용 극성 작용기를 영구적으로 유지하기 위해서, 원자 빔에 의하여 형성된 DLC 박막의 서브 체인에는 질소기( $N^-$ )가 결합된다.

- <209> 질소기를 DLC 박막의 서브 체인에 결합하기 위해서는 먼저, 질소를 질소 이온으로 변환하는 과정이 수행된다(단계 235).
- <210> 질소를 질소 이온으로 변환하기 위해서는 질소의 이온화 전압보다 높은 전압을 인가하여 질소를 질소기( $N^-$ )로 변환한다. 플라즈마 메커니즘에 의하여 질소로부터 얻어진 질소기는 DLC 박막에 형성된 서브 체인에 결합되어 C-N 결합 구조를 갖는다.
- <211> 액정 배향용 극성 작용기가 형성된 DLC 박막에 형성된 서브 체인에 질소기( $N^-$ )가 결합될 경우, 서브 체인은 탄소와 다시 결합할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 여전히 단일 결합을 유지하기 때문에 전기적으로 불안정한 상태 즉, 액정 배향용 극성 작용기가 그대로 유지된다.
- <212> 앞서 설명한 실시예 1 내지 실시예 3에서는 불안정한 액정 배향용 극성 작용기에 예를 들어, 수산화기, 수소기 및 질소기를 결합시켜 액정 배향용 극성 작용기를 영구적으로 유지시키는 기술이 설명되었다.
- <213> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 비접촉 액정 배향 실시예 2를 구현하기 위한 비접촉 액정 배향 장치를 설명하기로 한다.
- <214> 도 18은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 2>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 비접촉 액정 배향 장치를 도시한 개념도이다.
- <215> 도 18을 참조하면, 비접촉 액정 배향 장치(210)는 전체적으로 보아 원자 빔 주사 장치(220) 및 극성 유지 장치(240)를 포함한다.
- <216> 이에 더하여 비접촉 액정 배향 장치(210)는 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)에 DLC 박막을 형성하는 DLC 박막 형성 장치(230)를 더 포함할 수 있다.

- <217> 도 18을 참조하면, DLC 박막 형성 장치(230)는 챔버(231), 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)이 안착되는 기판 고정 유닛(232), 반응가스 공급 모듈(233), 진공 펌프(234) 및 플라즈마 발생 장치(235,236)를 포함한다.
- <218> 기판 고정 유닛(232)은 챔버(231)의 내부에 설치된다. 기판 고정 유닛(232)의 상면에는 TFT 단위셀(30)이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 컬러필터 단위셀(100)이 형성된 제 2 모기판(80)이 이송되어 안착된다.
- <219> 반응가스 공급 모듈(233)은 챔버(231) 내부로 헬륨 가스(He) 또는 아르곤 가스(Ar), 수소 가스(H<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>) 또는 아세틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)을 공급하는 역할을 한다.
- <220> 진공 펌프(234)는 챔버(231)의 내부를 약 60 Torr 정도에 불과한 고 진공압이 형성되도록 한다. 이에 따라 반응가스 이외의 불순물들은 DLC 박막을 형성하는 공정에 참여하지 못하게 된다.
- <221> 플라즈마 형성 장치(235,236)는 챔버(231)의 내부로 공급된 반응가스들이 화학 기상 반응하여, DLC가 생성되도록 한다. 플라즈마 형성 장치(235,236)는 헬륨 또는 아르곤 가스를 이온화하기에 충분한 전압차를 발생시키는 캐소드 전극(235) 및 애노드 전극(236) 및 전원 공급 장치(237)로 구성된다.
- <222> 이와 같은 구성을 갖는 DLC 박막 형성 장치(230) 및 비접촉 액정 배향 장치(140)는 직접 연결될 수 있다.
- <223> 반면, 도 18에 도시된 바와 같이 DLC 박막 형성 장치(230) 및 비접촉 액정 배향 장치(140)는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)이 임시적으로 대기하는 로드락 챔버(240)에 의하여 간접적으로 연결될 수 있다.

- <224> 도 18에 도시된 바와 같이 DLC 박막 형성 장치(230), 로드락 챔버(240), 원자 빔 주사 장치(220) 및 극성 유지 장치(240)를 인-라인(in-line) 방식으로 설치할 경우, 액정 배향 공정을 수행하는데 필요한 공정 시간을 크게 단축시킬 수 있으며, 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)이 대기 중에서 오염원에 오염되는 것 또한 최소화할 수 있는 장점을 갖는다.
- <225> DLC 박막 형성 장치(230)에서 DLC 박막이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)은 원자 빔 주사 장치(220)로 언로딩 된다.
- <226> 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)을 로딩 받은 원자 빔 주사 장치(220)는 탄소 원자간 이중 결합 구조를 포함하는 DLC 박막의 표면에 원자 빔을 충돌시킨다. DLC 박막의 표면에 충돌된 원자 빔은 DLC 박막의 탄소 원자간 이중 결합 구조를 단일 결합 구조 및 서브 체인 구조로 변경시킨다. 탄소 원자간 결합 구조가 단일 결합 구조 및 서브 체인 구조로 변경됨에 따라 DLC 박막의 표면에는 액정 배향용 극성 작용기가 형성된다.
- <227> 극성 유지 장치(240)는 DLC 박막에 형성된 액정 배향용 극성 작용기가 영구적으로 지속될 수 있도록 한다.
- <228> 본 발명에서는 다수개의 극성 유지 장치의 실시예를 제공한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 극성 유지 장치의 실시예를 설명하기로 한다.
- <229> <실시예 1>
- <230> 도 18은 본 발명의 제 1 실시예에 의한 극성 유지 장치를 도시한 개념도이다.

- <231> 도 18을 참조하면, 극성 유지 장치(240)는 극성 유지 챔버(241), 순수 공급 모듈(242) 및 순수 분사 모듈(243)을 포함한다.
- <232> 극성 유지 챔버(241)는 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)에 형성된 DLC 박막의 표면에 형성된 액정 배향용 극성 작용기를 유지시키기 위한 공정이 진행되는 공간 및 공정 환경을 제공한다.
- <233> 순수 공급 모듈(242)은 극성 유지 챔버(241)의 외부로부터 극성 유지 챔버(241)의 내부로 순수를 공급하는 역할을 한다. 이때, 순수 공급 모듈(242)은 순수를 수증기 상태로 만드는 순수 가열 유닛(244)을 더 포함할 수 있다.
- <234> 순수 분사 모듈(243)은 순수 또는 순수 수증기를 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)에 균일한 분포로 도포되도록 분사한다. 순수 분사 모듈(243)은 순수 분사 노즐(243a)을 포함한다.
- <235> DLC 박막에 형성된 서브 체인에는 순수 공급 모듈(242) 및 순수 분사 노즐(243a)을 통하여 모기판에 분사된 순수에 의하여 수산화기( $\text{OH}^-$ )가 결합된다. 이에 따라 다이아몬드 라이크 카본 박막에는 C-OH 본드가 형성된다.
- <236> 서브 체인에 수산화기( $\text{OH}^-$ )가 결합됨에 따라 서브 체인은 탄소와 결합할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 이중 결합되지 못하게 됨에 따라 액정 배향용 극성 작용기는 영구적으로 지속된다.
- <237> <실시예 2>
- <238> 도 19는 본 발명의 제 2 실시예에 의한 극성 유지 장치의 개념도이다.

- <239> 도 19를 참조하면, 극성 유지 장치(250)는 순수 공급 장치(260) 및 자외선 주사 장치(270)로 구성된다.
- <240> 순수 공급 장치(260)는 순수 공급 챔버(261), 순수 공급 모듈(262) 및 순수 분사 모듈(263)을 포함한다.
- <241> 순수 공급 챔버(261)는 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)에 형성된 DLC 박막의 표면에 순수가 공급되는 공간을 제공한다.
- <242> 순수 공급 모듈(262)은 순수 공급 챔버(261)의 외부로부터 순수 공급 챔버(261)의 내부로 순수를 공급하는 역할을 한다.
- <243> 순수 분사 모듈(263)은 순수를 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)에 균일한 분포로 도포되도록 분사한다. 순수 분사 모듈(263)은 순수 분사 노즐(263a)을 포함한다.
- <244> 자외선 주사 장치(270)는 자외선 주사 챔버(271) 및 자외선 주사 모듈(272)로 구성된다. 자외선 주사 모듈(272)은 자외선 주사 챔버(271)의 내부에 설치된다. 자외선 주사 모듈(272)은 순수가 도포된 DLC 박막의 표면에 자외선을 주사한다. 자외선은 DLC 박막의 표면에 주사된 순수를  $O^{-2}$  이온 및 수소기( $H^{+}$ )로 분리시킨다. 이 과정에서 발생한 수소기( $H^{+}$ )는 다이아몬드 라이크 카본 박막에 형성된 서브 체인과 반응하여 결합된다.
- <245> 서브 체인에 수소기( $H^{+}$ )가 결합됨에 따라 서브 체인은 탄소와 결합할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 이중 결합되지 못하게 됨에 따라 액정 배향용 극성 유지 장치는 영구적으로 지속된다.



- <246> 이와 같이 순수 및 자외선을 이용하여 다이아몬드 라이크 카본 박막에 형성된 액정 배향용 극성 작용기를 유지하는 방법은 상온 상태에서 공정을 진행할 수 있는 장점을 갖는다.
- <247> 도 19에서 DLC 박막 형성 장치(230) 및 원자 빔 형성 장치(220)의 구성 및 작용은 앞서 <실시예 1>에서 설명한 DLC 박막 형성 장치 및 원자 빔 형성 장치와 동일함으로 그 중복된 설명은 생략하기로 한다.
- <248> <실시예 3>
- <249> 도 20은 본 발명의 제 3 실시예에 의한 극성 유지 장치를 도시한 개념도이다.
- <250> 도 20을 참조하면, 극성 유지 장치(280)는 극성 유지 챔버(281), 수소 공급 모듈(283), 수소 해리 모듈(285)을 포함한다.
- <251> 극성 유지 챔버(281)는 고진공 상태, 예를 들면, 60 Torr 이하의 압력 상태를 유지한다. 이를 구현하기 위해서 극성 유지 챔버(281)에는 진공 펌프(284)가 설치된다. 진공 펌프(284)는 극성 유지 챔버(281)를 고진공 상태로 유지하여 극성 유지 물질을 해리 하는 과정에서 극성 유지 물질이 대기 중에 포함된 다른 가스와 반응하는 것을 방지하기 위함이다.
- <252> 특히, 극성 유지 물질이 화학적으로 불안정한 수소 등일 경우, 극성 유지 챔버(281)의 내부를 고진공 상태로 만들어주어야 한다.
- <253> 극성 유지 챔버(281)에는 수소 공급 모듈(283)이 연결되어 지정된 유량으로 수소를 공급한다.

- <254> 도 20을 참조하면, 수소 공급 모듈(283)은 수소를 극성 유지 챔버(281)로 공급한다.
- <255> 수소 해리 모듈(285)은 수소를 해리 하여 수소 이온을 생성한다.
- <256> 수소 해리 모듈(285)은 진공 상태에서 수소를 2500K 이상의 고온으로 가열되는 수소 가열 부재(287) 및 수소 가열 부재(287)를 가열하는데 필요한 전원을 공급하는 전원 공급장치(286)로 구성된다.
- <257> 수소 가열 부재(287)는 바람직하게 텅스텐 필라멘트이며, 텅스텐 필라멘트는 메쉬 형상을 갖는다.
- <258> 2500K 이상으로 가열된 수소 가열 부재(287)에는 수소가 공급되고, 수소는 수소 가열 부재(287)에 의하여 수소 이온 및 전자로 분리된다.
- <259> 수소 이온은 DLC 박막에 형성된 서브 체인에 결합되어 C-H 본드를 형성한다.
- <260> 서브 체인에 수소기( $H^+$ )가 결합됨에 따라 서브 체인은 탄소와 결합할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 이중 결합되지 못하게 됨에 따라 액정 배향용 극성 작용기는 영구적으로 지속된다.
- <261> 도 20에 도시된 DLC 박막 형성 모듈(230) 및 원자 빔 발생 장치(220)는 <실시예 1>에 도시된 DLC 박막 형성 모듈 및 원자 빔 발생 장치와 동일함으로 그 중복된 설명은 생략하기로 한다.
- <262> <실시예 4>
- <263> 도 21은 본 발명의 제 4 실시예에 의한 극성 유지 장치를 도시한 개념도이다.

- <264> 도 21을 참조하면, 극성 유지 장치(290)는 극성 유지 챔버(291), 질소 공급 모듈(293) 및 질소 해리 모듈(295)을 포함한다.
- <265> 극성 유지 챔버(291)에는 질소 공급 모듈(293)이 연결되어 지정된 유량으로 질소를 공급한다.
- <266> 도 21을 참조하면 질소 공급 모듈(293)은 질소를 극성 유지 챔버(291)로 공급한다.
- <267> 질소 해리 모듈(295)은 질소를 해리 하여 질소 이온을 생성한다.
- <268> 질소를 해리 하여 질소 이온을 생성하기 위해서, 극성 유지 챔버(291)의 내부에는 질소 해리 모듈(295)이 설치된다. 질소 해리 모듈(295)은 2500K 이상의 고온으로 가열되는 질소 가열 부재(297) 및 질소 가열 부재(297)를 가열하는 전원을 공급하는 전원공급 장치(296)로 구성된다.
- <269> 질소 가열 부재(297)는 바람직하게 텅스텐 필라멘트이며, 텅스텐 필라멘트는 메쉬 형상을 갖는다.
- <270> 2500K 이상으로 가열된 질소 가열 부재(297)에는 질소가 공급된다. 질소는 질소 가열 부재(297)에 의하여 질소 이온 및 전자로 분리된다.
- <271> 질소 이온은 DLC 박막에 형성된 서브 체인에 결합되어 C-N 본드를 형성한다.
- <272> 서브 체인에 질소기( $N^-$ )가 결합됨에 따라 서브 체인은 탄소와 결합할 수 없게 되고, 탄소 원자 및 탄소 원자는 이중 결합되지 못하게 됨에 따라 액정 배향용 극성 유지기는 영구적으로 지속된다.
- <273> <원자 빔 형성 방법>

- <274> 앞서 설명한 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 1> 및 <비접촉 액정 배향 실시예 2>는 공통적으로 원자 빔을 이용하여, DLC 박막에 액정을 배향하기 위한 액정 배향용 극성 유지기를 형성한다.
- <275> 이때, 원자 빔의 형상 및 원자 빔의 방향은 매우 중요하다. 원자 빔의 형상 및 방향은 DLC 박막에 형성되는 액정의 프리틸트 각에 영향을 미친다.
- <276> 도 22는 본 발명에 의한 원자 빔 형성 방법을 도시한 순서도이다.
- <277> 도 22를 참조하면, 원자 빔을 형성하기 위해서는 먼저 이온을 발생시키는 과정이 수행된다(단계 235).
- <278> 이온은 소스 가스의 해리에 의하여 생성된다. 소스 가스는 아르곤 가스가 사용된다. 아르곤 가스가 사용되는 이유는 크게 보아 2 가지이다.
- <279> 첫 번째로, 아르곤 가스는 다른 가스와 화학적으로 반응하기 어려운 불활성 가스이고, 두 번째로 아르곤 가스는 다른 불활성 가스 중에서도 원자량이 커 DLC 박막에 보다 큰 충격량을 가하여 탄소 원자간 결합을 쉽게 깨뜨릴 수 있기 때문이다.
- <280> 소스 가스로부터 이온을 얻기 위해서는 2 가지 방법이 사용될 수 있다. 첫 번째 방법은 소스 가스에 플라즈마 전압을 인가하여 소스 가스를 이온, 전자 및 중성자로 해리한다. 두 번째 방법은 소스 가스를 2500K 이상 가열하여 소스 가스를 이온화한다.
- <281> 소스 가스로부터 이온이 발생된 후에는 이온을 가속하여 제 1 이온빔을 형성하는 과정이 수행된다(단계 240).

- <282> 제 1 이온빔을 형성하는 과정은 이온을 가속하기 위해서는 이온이 가속되는 제 1 방향에 이온을 끌어당겨 가속시키는 제 1 세기의 제 1 전원을 인가하는 과정을 더 포함한다. 이때, 제 1 전원은 이온과 반대 극성을 갖는다.
- <283> 또한, 제 1 이온빔을 형성하는 과정은 제 1 이온빔의 횡단면이 반지름을 갖는 원형 또는 직사각형 형상을 갖도록 변경하는 과정을 더 포함한다.
- <284> 제 1 이온빔이 형성된 후에는 제 1 이온빔의 형상을 변경하여 제 2 이온빔을 형성하는 과정이 수행된다(단계 245).
- <285> 제 2 이온빔을 형성하는 과정은 매우 중요하다. 제 2 이온빔에 의하여 DLC 박막에 형성되는 액정 배향 품질이 결정되기 때문이다.
- <286> 제 2 이온빔은 직사각형 형상을 갖는다. 이때, 직사각형 형상을 갖는 제 2 이온빔의 폭은 액정이 배향 되는 간격에 의하여 결정된다. 액정이 배향 되는 간격이 좁을수록 제 2 이온빔의 폭은 좁아진다.
- <287> 이때, 제 2 이온빔은 제 1 이온빔을 라인 형태로 포커싱 하여 형성한다. 제 2 이온빔은 빛과 달리 이온의 흐름을 갖는다. 이와 같은 이유로, 제 1 이온빔을 렌즈 등으로 통하여 포커싱 하는 것은 불가능하다. 렌즈 등으로 제 2 이온빔을 포커싱을 할 경우, 제 1 이온빔은 렌즈에 의하여 진행이 방해받기 때문이다. 따라서, 제 1 이온빔을 라인 형태로 포커싱하기 위해서 제 1 이온빔은 입구는 넓고, 출구는 직사각형 슬릿 형상을 갖는 통체를 통과하여 포커싱 하는 물리적인 방법이 사용된다. 제 2 이온빔은 직사각형 형상을 갖는 슬릿 형상의 통체를 통과하면서 형성된다. 이때, 통체의 입구에는 제 2 세기를

갖고 극성은 제 1 이온빔과 반대인 제 2 전극을 형성한다. 이로써, 제 1 이온빔으로부터 제 2 이온빔이 형성되는 도중 속도가 감소되는 등의 문제를 해결할 수 있다.

<288> 제 2 이온빔이 형성된 후, 제 2 이온빔에는 전자가 공급되어 원자 빔을 형성하는 공정이 수행된다(단계 250). 원자 빔을 형성하는 공정은 제 2 이온빔의 진행 경로와 교차되는 방향으로 전자를 이동시킴으로써 진행된다.

<289> 이와 같은 방법으로 얻어진 원자 빔은 다양한 분야에 적용될 수 있다. 예를 들면, 중성 상태의 원자 빔을 박막의 내부로 주입하여 박막 특성을 변경시키거나, DLC 박막에 적용되어 DLC 박막의 표면에 액정의 프리틸트각을 유지시키는데 사용될 수 있다.

<290> <원자 빔 형성 장치>

<291> 도 23은 본 발명의 원자 빔 형성 장치의 제 1 실시예를 도시한 개념도이다.

<292> 도 23을 참조하면, 원자 빔 형성 장치(300)는 이온 발생 장치(310), 제 1 이온빔 발생 장치(320), 제 2 이온빔 발생 장치(330) 및 원자 빔 발생 장치(340)를 포함한다.

<293> 이온 발생 장치(310)는 이온 발생 챔버(312), 소스가스 공급유닛(314) 및 소스 가스 해리 유닛(316)으로 구성된다.

<294> 이온 발생 챔버(312)는 이온이 발생하는 환경 및 공간을 제공한다. 또한, 이온 발생 챔버(312)에는 발생한 이온이 토출되기 위한 이온 토출구(313)를 갖는다.

<295> 이때, 이온 토출구(313)는 폭 및 폭보다 긴 길이를 갖는 직사각형으로 형성하거나, 반지름을 갖는 원형으로 형성할 수 있다.

- <296> 이온 발생 챔버(312)에는 소스가스 공급 유닛(314) 및 소스 가스 해리 유닛(316)이 설치된다.
- <297> 소스가스 공급 유닛(314)은 아르곤 가스를 이온 발생 챔버(312)의 내부로 공급한다. 이때, 소스 가스로 아르곤 가스가 사용되는 이유는 크게 보아 2 가지이다.
- <298> 첫 번째로, 아르곤 가스는 다른 가스와 화학적으로 반응하기 어려운 불활성 가스이고, 두 번째로 아르곤 가스는 다른 불활성 가스 중에서도 원자량이 커 DLC 박막에 보다 큰 충격량을 가하여 탄소 원자간 이중 결합을 단일 결합으로 쉽게 깨뜨릴 수 있기 때문이다.
- <299> 소스가스 해리 유닛(316)은 소스가스 공급 유닛(314)에 의하여 이온 발생 챔버(312)로 공급된 소스가스, 예를 들면, 아르곤 가스를 해리 한다.
- <300> 소스가스 해리 유닛(316)은 소스 가스에 플라즈마 전압을 인가하는 캐소드 전극, 애노드 전극 및 플라즈마 전원 공급 장치를 포함한다.
- <301> 다르게, 소스가스 해리 유닛(316)은 소스 가스를 2500K 이상 가열하여 소스 가스를 이온화하기 위한 텅스텐 필라멘트(317) 및 텅스텐 필라멘트(317)를 가열하기 위한 전원을 공급하는 전원공급장치(318)를 포함할 수 있다.
- <302> 제 1 이온빔 발생 장치(320)는 이온 발생 장치(310)에서 발생한 이온을 가속시킨다. 이를 구현하기 위하여, 제 1 이온빔 발생 장치(320)는 제 1 전극(322) 및 제 1 전극(322)에 제 1 전원을 공급하는 제 1 전원 공급장치(324)를 포함한다.

- <303> 제 1 전극(322)은 이온 발생 챔버(312)와 마주보는 곳에 도전성 와이어를 메쉬 형상으로 엮어 제작된다. 제 1 전극(322)을 메쉬 형상으로 제작하는 것은 이온을 끌어당겨 가속함은 물론 가속된 이온이 통과할 수 있도록 하기 위함이다.
- <304> 제 1 전원 공급장치(324)는 제 1 전극(322)에 상기 이온과 반대 극성을 갖는 제 1 전원을 공급한다. 이때, 제 1 전원의 세기에 따라서 이온의 이동 속도가 결정된다. 이온의 속도는 제 1 전원의 세기가 증가될수록 함께 증가되고, 제 1 전원의 세기가 감소될수록 감소된다.
- <305> 제 2 이온빔 발생 장치(330)는 제 1 이온빔의 형상을 다시 한번 변경시킨다. 구체적으로 제 2 이온빔 발생 장치(330)는 제 1 면적을 갖는 제 1 이온빔의 도우즈량(retained dose)을 감소시키지 않으면서 제 1 면적을 제 1 면적보다 작은 제 2 면적으로 변경시킨다. 즉, 제 2 이온빔 발생 장치(330)는 제 1 이온빔을 좁은 면적에 포커싱 한다.
- <306> 이를 구현하기 위해서, 제 2 이온빔 발생 장치(330)는 제 2 이온빔 발생 몸체(332), 제 2 전극(334) 및 제 2 전원공급장치(336)로 구성된다.
- <307> 제 2 이온빔 발생 몸체(332)는 속이 빈 삼각 기둥 형상을 갖는다. 제 2 이온빔 발생 몸체(332)의 어느 한 면에는 제 1 이온빔이 공급되는 제 1 이온빔 유입구(333a)가 형성되고, 제 1 이온빔 유입구(333a)와 마주보는 제 2 이온빔 발생 몸체(332)의 모서리에는 제 1 이온빔의 형상을 변경 및 포커싱 하여 발생한 제 2 이온빔이 출사되는 제 2 이온빔 방출구(333b)가 형성된다.



- <308> 제 2 전극(334)은 제 2 이온빔 발생 몸체(332)의 제 1 이온빔 유입구(333a)에 설치된다. 제 2 전극(334)은 도전성 와이어를 메쉬 형태로 엮어 형성한다.
- <309> 제 2 전원 공급 장치(336)는 제 1 이온빔과 반대 극성을 갖는 제 2 전원을 공급하여 제 1 이온빔을 다시 한번 가속하는 역할을 한다.
- <310> 원자 빔 발생 장치(340)는 전자 발생 장치(342) 및 전자 가속 장치(346)로 구성된다.
- <311> 전자 발생 장치(342)는 전자를 발생시키는 텅스텐 필라멘트(343) 및 텅스텐 필라멘트(343)에 전원을 공급하는 전원공급장치(344)로 이루어진다. 텅스텐 필라멘트(343)는 전원공급장치(344)로부터 공급된 전원에 의하여 2500K 이상으로 가열되면서 전자를 방출시킨다.
- <312> 전자 가속 장치(346)는 전자 가속 전극(347) 및 전자 가속 전극(347)에 (+) 극성을 갖는 전원을 공급하는 전원 공급장치(348)로 이루어진다. 전자 가속 전극(347)은 텅스텐 필라멘트(343)와 마주보는 관계를 갖으며, 전자 발생 장치(342)에서 발생한 전자를 끌어당겨 전자빔이 형성되도록 한다.
- <313> 전자 발생 장치(342) 및 전자 가속 장치(347)는 전자빔이 제 2 이온빔의 주사 경로와 교차되도록 배치된다.
- <314> 전자 발생 장치(342) 및 전자 가속 장치(347)로부터 발생한 전자빔은 제 2 이온빔과 교차되면서 제 2 이온빔에 포함된 이온이 전자와 결합되도록 한다. 따라서, 제 2 이온빔에 포함된 이온은 중성 원자로 환원된다. 이때, 환원된 원자는 속도 및 방향을 유지하는 원자 빔 형태를 갖게 된다.

<315> 이밖에 제 1 이온빔 발생 장치(320) 및 제 2 이온빔 발생 장치(330)의 순서를 바꾸어도 무방하며, 이온 발생 장치(310) 및 원자 빔 발생 장치(340)의 사이에 제 2 이온빔 발생 장치(330)만을 배치하여도 무방하다.

<316> 또한, 제 2 이온빔 발생 장치(330)는 삼각 기둥 형상 이외에도 입구는 원형이고, 출구는 직사각형 형상으로 제작하여도 무방하다.

<317> <비접촉 액정 배향 실시예 3>

<318> 도 24는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 3>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 방법을 도시한 순서도이다.

<319> 도 24를 참조하면, TFT 단위셀(30)이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 컬러필터 단위셀(100)이 형성된 제 2 모기판(80)에 비접촉 방식으로 액정을 배향하기 위해서, 먼저 제 1 모기판(10)의 TFT 단위셀(30)의 표면 또는 제 2 모기판(80)의 컬러필터 단위셀(100)의 표면에는 투명 박막을 형성하는 단계가 수행된다(단계 255).

<320> 투명 박막을 형성하는 과정은 진공 상태로 밀폐된 공간에 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)을 로딩 한 상태에서 수행된다. 투명 박막은 바람직하게 아몰퍼스 실리콘 박막이다.

<321> 진공 상태로 밀폐된 공간에서 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)에 투명 박막을 형성하기 위해서, 진공 및 밀폐된 공간에는 실란( $\text{SiH}_4$ )가스 및 수소 가스가 공급된다. 이어서, 진공 상태로 밀폐된 공간에서는 실란 가스 및 수소 가스가 화학 반응하여 아몰퍼스 실리콘이 형성된다. 아몰퍼스 실리콘은 제 1 모기판(10)의 TFT 단위셀(30)의

표면 또는 제 2 모기관(80)의 컬러필터 단위셀(100)의 표면에 증착되어 투명한 아몰퍼스 실리콘 박막이 형성된다.

<322> 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)에 투명 박막이 형성된 후 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)에는 액정을 배향하기 위한 액정 배향 돌기를 형성하는 과정이 수행된다(단계 260).

<323> 액정 배향 돌기를 형성하는 과정은 진공 상태로 밀폐된 공간에 로딩된 제 1 모기관(10) 및 제 2 모기관(80)의 표면에 중합체를 증착하는 과정이다.

<324> 투명 박막이 형성된 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)에 중합체를 증착하기 위해서 진공 상태로 밀폐된 공간에는 플루오르카본( $\text{CF}_4$ ), 트리플루오르메탄( $\text{CHF}_3$ ) 및 산소가 공급되고, 플루오르카본( $\text{CF}_4$ ), 트리플루오르메탄( $\text{CHF}_3$ ) 및 산소는 기상 화학 반응에 의하여 탄소 화합물 중합체를 형성한다.

<325> 탄소 화합물은 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)에 마치 눈송이 쌓이듯이 증착된다. 탄소 화합물을 제 1 모기관(10) 또는 제 2 모기관(80)에 증착할 때, 탄소 화합물과 탄소 화합물은 박막 형태로 증착되지 않고, 섬(island) 형상으로 증착된다. 이처럼 탄소 화합물과 탄소 화합물을 섬 형상으로 형성하는 공정은 반도체 박막 제조 공정 중 반구형 결정입자(HemiSpherical Grain; HSG)를 형성할 때 결정을 성장시키기 위한 핵(seed)을 균일한 분포로 흩뿌림(scattering)하는 것과 유사한 메커니즘에 의하여 구현할 수 있다.

- <326> 이때, 탄소 화합물간 간격 및 높이는 매우 중요하다. 탄소 화합물간 간격 및 높이는 액정이 탄소 화합물 사이에 배열될 수 있는 간격을 유지하는 것이 바람직하며, 탄소 화합물의 높이는 약  $10\text{\AA} \sim 100\text{\AA}$  정도가 되도록 한다.
- <327> 또한, 탄소 화합물의 형성 방향은 투명 박막의 표면에 대하여 수직 방향을 갖도록 하는 것이 바람직하다.
- <328> 도 25는 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 3>에 의하여 비접촉 방식으로 액정을 배향 하는 장치를 도시한 개념도이다.
- <329> 도 25를 참조하면, 비접촉 배향 장치(369)는 투명 박막 형성 장치(360), 액정 배향용 돌기 형성 장치(350)를 포함한다.
- <330> 투명 박막 형성 장치(360)는 다시 박막 형성 챔버(361), 반응가스 공급 장치(362), 플라즈마 발생 장치(364, 366) 및 고 진공펌프(368)로 구성된다.
- <331> 반응가스 공급 장치(362)는 실란 가스, 수소 가스 및 플라즈마 가스를 박막 형성 챔버(361) 내부로 공급한다.
- <332> 플라즈마 발생 장치(364, 366)는 캐소드 전극(364) 및 애노드 전극(366)으로 구성되며, 캐소드 전극(364) 및 애노드 전극(366)에는 플라즈마 가스를 해리 하기에 충분한 극성 유지기가 형성된다. 실란 가스 및 수소 가스는 플라즈마 발생 장치(364, 366)에서 발생한 플라즈마에 의하여 반응한다.
- <333> 도 26은 본 발명의 <비접촉 액정 배향 실시예 3>에 의하여 모기관에 형성된 투명 박막을 도시한 단면도이다.

- <334> 도 26을 참조하면, 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)의 표면에는 실란 가스 및 수소 가스에 의하여 투명한 아몰퍼스 실리콘 박막(365)이 형성된다.
- <335> 도 25의 미설명 도면부호 363은 투명박막이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)이 임시적으로 대기하는 로드락 챔버이다.
- <336> 도 25를 참조하면, 액정 배향용 돌기 형성 장치(350)는 다시 챔버(351), 반응가스 공급 유닛(353), 반응가스 중합 유닛(355,357)을 포함한다.
- <337> 챔버(351)는 투명 박막이 형성된 제 1 모기판(10) 또는 제 2 모기판(80)이 로딩되며, 고진공 상태를 유지한다. 이때, 투명 박막은 투명한 아몰퍼스 실리콘이다.
- <338> 반응가스 공급 유닛(353)은 챔버(351)의 내부로 반응가스를 공급한다. 반응가스에 의하여 투명 박막의 표면에는 탄소 중합체가 형성된다.
- <339> 도 27은 도 26의 투명박막의 표면에 탄소 중합체가 형성된 것을 도시한 개념도이다.
- <340> 도 27을 참조하면, 탄소 중합체(358)는 섬(island) 형상을 갖으며, 복수개가 투명 박막(395)에 대하여 수직 방향으로 형성된다. 액정의 단부는 탄소 중합체(358)와 탄소 중합체(358)의 사이에 배치됨으로써 투명 박막(396)에 대하여 수직 방향으로 배열된다.
- <341> 이를 구현하기 위하여 탄소 중합체(358)의 높이는 바람직하게 10 Å ~ 100 Å 정도인 것이 바람직하다. 반응가스는 플루오르카본(CF<sub>4</sub>) 가스, 트리플루오르메탄(CHF<sub>3</sub>) 가스 및 플루오르카본(CF<sub>4</sub>) 가스, 트리플루오르메탄(CHF<sub>3</sub>) 가스를 중합하는데 필요한 산소로 구성된다.

- <342> 반응가스 중합 유닛(355,357)은 반응가스를 반응시켜 탄소 중합체(358)를 형성한다. 이를 구현하기 위해서 반응가스 중합 유닛(355,357)은 진공 상태에서 산소를 플라즈마 상태로 만드는 캐소드 전극(355) 및 애노드 전극(357) 및 플라즈마 전원 공급 장치를 포함한다.
- <343> 플라즈마 전원 공급 장치는 캐소드 전극(355) 및 애노드 전극(357)의 사이에 산소를 플라즈마 상태로 여기 시키기에 충분한 플라즈마 전원을 공급한다.
- <344> 이와 같은 구성을 갖는 비접촉 액정 배향 장치(350)에서 중요한 것은 탄소 중합체(358)를 섬 형상으로 형성하는 것이다. 탄소 중합체(358)를 섬 형상으로 제조하는 기술은 반도체 박막 제조 공정 중 반구형 결정입자(HemiSpherical Grain; HSG)를 형성할 때 결정을 성장시키기 위한 핵(seed)을 균일한 분포로 흩뿌림(scattering)하는 것과 유사한 메커니즘에 의하여 구현할 수 있다.
- <345> 이어서, 도 1을 참조하면, 제 1 모기판(10)의 TFT 단위셀(30)의 표면에 비접촉 방식으로 액정을 배향 및 제 2 모기판(80)의 컬러필터 단위셀(100)의 표면에 비접촉 방식으로 액정을 배향 한 후에는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 어셈블리 하여 조립 기판을 형성하는 과정이 수행된다(단계 300).
- <346> 이때, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)은 수직 방향으로 자동 반송 대차 또는 수동 반송 대차에 로딩 된 후 조립 기판 제조 설비로 이송된다.
- <347> 조립기판을 제조하기 위한 첫 번째 과정은 제 1 모기판(10)에 적어도 1 개가 형성된 TFT 단위셀(30), 제 2 모기판(80)에 TFT 단위셀(30)의 개수대로 형성된 컬러필터 단

위셀(100) 중 어느 하나에는 액정을 수납하기 위한 액정 팬스를 형성하는 과정이다(단계 305).

<348> 액정 팬스는 자외선에 의하여 경화되는 자외선 경화물질 및 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 접착시키는 접착물질을 포함한다. 액정 팬스는 직경이 작은 띠 형상으로 컬러필터 단위셀(100) 및 TFT 단위셀(30)의 에지를 따라 페루프 형상으로 형성된다.

<349> 액정 팬스가 형성된 상태에서 액정 팬스의 내부로는 적하 방식으로 액정이 공급된다(단계 310).

<350> 적하 방식으로 액정을 공급하는 과정을 수행하기 위해서는, 먼저 시뮬레이션 등에 의하여 액정 팬스에 의하여 둘러싸인 평면적 및 TFT 단위셀(30) 및 컬러필터 단위셀(80)의 사이 공간인 셀 갭(cell gap)을 고려하여 적정 액정량이 산출된다.

<351> 액정 팬스에 의하여 형성된 공간에 액정을 공급하는 단계에서는 액정 팬스 내부의 복수곳에 액정이 드롭 된다.

<352> 액정 팬스 내부에 액정이 드롭 되어 공급되면, 진공 상태에서 제 1 모기판(10)과 제 2 모기판(80)은 액정 팬스를 매개로 어셈블리 된다. 이때, 제 1 모기판(10)의 TFT 단위셀(30), 액정 및 제 2 모기판(80)의 컬러필터 단위셀(100)을 이하 LCD 단위셀(LCD unit cell)이라 칭하기로 한다.

<353> LCD 단위셀이 형성된 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)은 대기압 상태에서 제 1 시간 동안 방치된다. 이처럼 LCD 단위셀이 형성된 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 대기압 상태에서 제 1 시간 동안 방치하는 것은 TFT 단위셀(30) 및 컬러필터 단위셀(80) 사이에 균데균데 드롭 된 액정을 균일하게 스프레드하기 위함이다.

- <354> 그러나, 액정의 점도, 셀 갭 및 외부 환경 등에 의하여, 복수개의 LCD 단위셀 중 일부 LCD 단위셀은 제 1 시간이 경과되어도 액정이 완전히 스프레드되지 않는 문제점을 갖는다. LCD 단위셀의 전면적에 걸쳐 액정이 완전히 스프레드되지 않을 경우 액정이 존재하지 않는 액정 언-필 영역에서는 디스플레이가 수행되지 않는 치명적인 문제점이 발생한다.
- <355> 이와 같은 이유로 제 1 모기판 및 제 2 모기판이 어셈블리 된 상태에서 제 1 시간이 경과된 후에는 액정 언-필 영역이 존재하는가를 검사하는 과정이 수행된다. 이때, 액정 언-필 영역의 존재 여부는 필수적인 것은 아니며 선택적으로 수행하는 것 또한 가능하다.
- <356> <액정 언-필 영역 검사 방법>
- <357> 도 28은 본 발명의 액정 언-필 영역 검사 방법을 도시한 순서도이다.
- <358> 도 28을 참조하면, 액정 언-필 영역을 검사하기 위해서는 제 1 모기판(10)의 하부에서 제 1 모기판(10) 및 액정을 통과하는 제 1 광을 발생시키는 과정이 수행된다(단계 315).
- <359> 제 1 광은 액정을 통과하는 과정에서 제 1 광과 다른 특성을 갖는 제 2 광으로 변경된 후 제 2 모기판(80)을 통하여 외부로 출사된다.
- <360> 액정 언-필 영역을 검사하기 위해서, 제 2 모기판(80)의 상부에는 제 2 광을 디텍팅하는 과정이 수행된다(단계 320).



- <361> 디텍팅된 제 2 광은 아날로그 신호 상태에서 디지털 신호 형태를 갖는 이미지 데이터로 변환된다. 디텍팅된 제 2 광의 이미지 데이터는 검사의 기준이 되는 기준 데이터와 비교된다(단계 325).
- <362> 제 2 광의 이미지 데이터 및 기준 데이터가 서로 다른지를 판단한 결과(단계 330), 기준 데이터와 이미지 데이터가 동일하지 않을 경우, 액정이 LCD 단위셀의 셀 갭에 모두 채워지지 않은 상태임으로 다시 제 2 시간 동안 후속 공정으로 이송하지 않고 대기압 상태에서 대기한다(단계 335).
- <363> 또는 액정 언-필 영역이 존재하는 LCD 단위셀은 외력에 의하여 조금씩 가압함으로써 인위적으로 LCD 단위셀에 공급된 액정을 스프레드시키는 방법 또한 가능하다.
- <364> 한편, LCD 단위셀에서 액정 언-필 영역이 발견되지 않으면, 제 1 모기관(10) 및 제 2 모기관(80)을 어셈블리 하는데 사용된 액정 팬스를 경화시키는 과정이 수행된다. 액정 팬스를 경화시키기 위해서는 액정 팬스에 자외선이 주사된다.
- <365> <액정 언-필 영역 검사 설비>
- <366> 이하, 액정 언-필 영역을 검사하는 설비를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- <367> 도 29는 본 발명의 액정 언-필 영역 검사 설비의 일실시예를 도시한 개념도이다.
- <368> 도 29를 참조하면, 액정 언-필 영역 검사 설비(370)는 전체적으로 보아, 베이스 몸체(371), 백라이트 유닛(373), 언-필 영역 디텍터(375) 및 제어 유닛(378)으로 구성된다.

- <369> 구체적으로, 베이스 몸체(371)는 백라이트 유닛(373), 액정 언-필 영역 디텍터(375) 및 비교 유닛(378)이 설치되는 장소를 제공한다.
- <370> 베이스 몸체(371)의 표면에는 백라이트 유닛(373)이 설치된다. 백라이트 유닛(373)은 제 1 광(374a)을 발생시키는 복수개의 램프(374), 램프(374)를 점등하기 위한 전원 공급 유닛(374b)이 포함된다.
- <371> 백라이트 유닛(373)의 상부에는 선택적으로 모기판 이송 유닛(374c)이 설치된다. 모기판 이송 유닛(374c)은 상호 어셈블리 된 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)을 베이스 몸체(371)로 로딩 및 베이스 몸체(371)로부터 언로딩 한다. 모기판 이송 유닛(374c)은 베이스 몸체(371)의 표면에 일렬로 배치된 롤러(374d) 및 롤러(374d)를 구동하는 롤러 구동 유닛으로 구성된다. 이때, 롤러(374d)에는 제 1 모기판(10)이 접촉된다.
- <372> 액정 언-필 영역 디텍터(375)는 백라이트 어셈블리(373)와 마주보는 곳에 설치된다. 즉, 액정 언-필 영역 디텍터(375)는 제 2 모기판(80)과 마주보도록 설치된다.
- <373> 액정 언-필 영역 디텍터(375)는 1 광(374a) 중 액정을 통과한 광으로 정의되는 제 2 광(375a) 및 제 1 광(374a) 중 언-필 영역을 통과한 제 3 광(375b)을 모두 디텍팅한다. 이때, 제 2 광(375a) 및 제 3 광(375b)의 구분은 제 2 광(375a)과 제 3 광(375b)의 휘도차, 색 등을 이용한다.
- <374> 이를 구현하기 위해서, 액정 언-필 영역 디텍터(375)는 제 2 광(375a) 및 제 3 광(375b)을 촬영하는 CCD 카메라(Charge Coupled Device camera)인 것이 바람직하다. 액정 언-필 영역 디텍터(375)에 의하여 발생한 영상은 디지털 데이터 형태로 비교 유닛(378)

의 데이터 저장 모듈(377)에 저장된다. 이하, 액정 언-필 영역 디텍터(375)에 의하여 발생한 디지털 데이터를 디텍팅 데이터(detecting data)라 칭하기로 한다.

<375> 비교 유닛(376)은 LCD 단위셀에 액정 언-필 영역이 발생하지 않았을 때 액정 언-필 영역 디텍터(375)에 의하여 발생한 기준 디텍팅 데이터와 디텍팅 데이터를 비교한다.

<376> 이때, 비교 메커니즘은 기준 디텍팅 데이터에는 제 3 광(375b)에 해당하는 데이터는 포함되지 않고, 오직 제 2 광(375a)에 해당하는 데이터만이 포함되고, 디텍팅 데이터에는 제 2 광(375a)에 해당하는 데이터 및 제 3 광(375b)에 해당하는 데이터가 혼합된 차이점을 이용한다.

<377> 예를 들어, 비교 유닛(376)은 데이터 저장 모듈(377)에 저장된 디텍팅 데이터와 기준 디텍팅 데이터를 호출하여 소프트웨어 적으로 비교한다. 구체적으로, 비교 유닛(376)은 디텍팅 데이터 및 기준 디텍팅 데이터가 유사 또는 일치하였을 때, 비교 유닛(376)은 LCD 단위셀에 액정 언-필 영역이 발생하지 않은 것으로 판단한다.

<378> 반면, 비교 유닛(376)은 호출된 디텍팅 데이터 및 기준 디텍팅 데이터가 기 설정된 범위를 벗어나 상호 일치하지 않을 때, LCD 단위셀에 액정 언-필 영역이 발생한 것으로 판단한다.

<379> LCD 단위셀에 액정 언-필 영역의 검사가 종료된 후, 조립 기판은 수직 상태로 자동 반송 대차 또는 수동 반송 대차에 의하여 중력 방향으로 세워진 상태로 비접촉 LCD 단위셀을 검사하는 설비로 이송된다.

<380> <비접촉 LCD 단위셀 검사 방법>

- <381> 한편, 도 1을 참조하면, 액정이 공급되는 공정까지 종료되면, LCD 단위셀을 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)으로부터 분리하기 이전에 LCD 단위셀의 양부를 검사하는 과정이 수행된다(단계 400).
- <382> 이와 같은 방법은 종래 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)에 액정을 공급한 후, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)으로부터 LCD 단위셀을 분리하여 제조된 LCD 패널을 검사하는 방법과 크게 차별화 된다.
- <383> 이를 구현하기 위해서는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)으로부터 LCD 단위셀을 분리하지 않은 상태에서 LCD 단위셀을 검사해야 한다.
- <384> 그러나, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)으로부터 LCD 단위셀을 분리하지 않은 상태에서 LCD 단위셀을 검사하기는 매우 어렵다. 이는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)의 내부에 LCD 단위셀을 구동하는 신호 입력선이 위치하기 때문이다.
- <385> 본 발명에서는 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)의 내부에 형성되어 LCD 단위셀을 구동하는 신호 입력선에 테스트 구동 신호를 인가하여 LCD 단위셀을 검사하는 방법이 개시된다.
- <386> 도 30은 본 발명의 비접촉 LCD 단위셀 검사 방법에 의하여 LCD 단위셀을 검사하는 방법을 도시한 순서도이다.
- <387> 도 30을 참조하면, 먼저, 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)의 내부에 배치된 LCD 단위셀을 구동하기 위해서는 광 전류(photoelectric current)에 의해 발생한 광 전압을 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀에 인가하는 과정이 수행된다(단계 410).

<388> 광 전류를 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀에 인가하는 과정은 광 전류 유도를 이용하여 발생한 제 1 광 전류를 도 3에 도시된 TFT 단위셀(30)의 게이트 라인(50)에 인가하는 과정, 제 2 광 전류를 TFT 단위셀(30)의 데이터 라인(60)에 인가하는 과정 및 제 3 광 전류를 도 6에 도시된 컬러필터 단위셀(100)의 공통 전극(120)에 인가하는 과정으로 구성된다.

<389> 광 전류 유도를 이용하여 게이트 라인(50)에 인가된 제 1 광 전류는 게이트 라인(50)의 저항에 의하여 제 1 광 전압을 발생시킨다. 이때, 제 1 광 전압은 적어도 2 개의 게이트 라인(50)에 동시에 가해지거나 하나의 게이트 라인(50)에만 공급될 수 있다. 이때, 제 1 광 전압의 크기는 도 3에 도시된 박막 트랜지스터(40)의 채널층(48)을 턴-온 시키기에 충분하여야 하며, 박막 트랜지스터(40)의 채널층(48)을 파손하지 않는 범위를 갖는다.

<390> 광 전류 유도를 이용하여 도 3에 도시된 데이터 라인(60)에 인가된 제 2 광 전류는 데이터 라인(60)의 저항에 의하여 제 2 광 전압을 발생시킨다. 이때, 제 2 광 전압은 적어도 2 개의 데이터 라인(60)에 동시에 가해지거나 하나의 데이터 라인(60)에만 공급될 수 있다. 제 2 광 전류에 의하여 발생한 제 1 광 전압은 박막 트랜지스터(40)의 소오스 전극(44)에 인가된다. 이때, 제 2 광 전류는 테스트 영상을 구현하기 위해서 데이터 라인(60)마다 서로 다른 크기를 갖도록 하는 것도 바람직하다.

<391> 광 전류 유도를 이용하여 도 6에 도시된 컬러필터 단위셀(100)의 공통 전극(120)에 인가된 제 3 광 전류는 공통 전극(120)의 고유한 저항에 의하여 제 3 광 전압을 발생시킨다.

- <392> 이때, 제 1 광 전압을 게이트 라인(50), 제 2 광 전압을 모든 데이터 라인 (60) 및 제 3 광 전압을 공통 전극(120)에 동시에 인가함으로써 LCD 단위셀의 내부에 배치된 액정은 배열이 변경된다.
- <393> 이때, LCD 단위셀의 제 1 모기판(10)으로부터 액정 및 제 2 모기판(80)을 향하는 디스플레이 광은 배열이 변경된 액정 및 제 2 모기판(80)을 통과한 후 테스트 영상이 디스플레이 된다.
- <394> 이때, LCD 단위셀의 양품 또는 불량은 테스트 영상에 의하여 검사된다(단계 420).
- <395> LCD 단위셀의 양품 및 불량에의 검사는 LCD 단위셀로부터 발생한 영상을 CCD 카메라 등으로 디텍팅하여 발생한 데이터를 이용하여 판정된다(단계 430).
- <396> 이어서, CCD 카메라 등에 의하여 양품 및 불량에 판별된 LCD 단위셀 중 불량품에는 불량 LCD 단위셀을 알리는 마킹 작업이 수행된다.
- <397> 이처럼 비접촉 방식으로 LCD 단위셀을 구동하여 LCD 단위셀의 양품 및 불량을 결정하는 것은 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)으로부터 LCD 단위셀을 절단하기 이전에 양품 LCD 단위셀에 편광판을 부착하기 위함이다.
- <398> <비접촉 LCD 단위셀 검사 장치>
- <399> 도 31은 비접촉 방식으로 LCD 단위셀을 검사하는 장치의 개념도이다.
- <400> 도 31을 참조하면, 비접촉 LCD 단위셀 검사 장치(380)는 베이스 몸체(390), 광 전압 인가 장치(400), 디스플레이 광공급장치(410), 디텍터(420) 및 제어 유닛(430)을 포함한다.

- <401> 베이스 몸체(390)에는 LCD 단위셀이 형성된 제 1 모기판(10) 및 제 2 모기판(80)으로 구성된 조립 기판이 로딩 및 언로딩 된다.
- <402> 광 전압 인가 장치(400)는 다시 제 1 광 전압 인가 장치(402), 제 2 광 전압 인가 장치(404) 및 제 3 광 전압 인가 장치(406)로 구성된다.
- <403> 제 1 광 전압 인가 장치(402)는 도 3에 도시된 LCD 단위셀의 일부인 TFT 단위셀에 포함된 게이트 라인(50)에 제 1 광 전압(402a)을 인가하여 박막 트랜지스터(40)의 채널 층(48)을 턴-온 시킨다. 이때, 제 1 광 전압 인가 장치(402)는 1 개의 게이트 라인(50)에 제 1 광 전압을 인가하거나 적어도 2 개의 게이트 라인(50)에 제 1 광 전압을 인가한다.
- <404> 제 2 광 전압 인가 장치(404)는 도 3에 도시된 LCD 단위셀의 일부인 TFT 단위셀에 포함된 데이터 라인(60)에 제 2 광 전압을 인가하여, 박막 트랜지스터(40)의 소오스 전극(44)에 제 2 광 전압이 인가되도록 한다. 제 2 광 전압은 게이트 라인(50)에 인가된 제 1 광 전압에 의하여 박막 트랜지스터(40)의 드레인 전극(46)을 경유하여 화소 전극(70)으로 인가된다.
- <405> 제 3 광 전압 인가 장치(406)는 도 6에 도시된 LCD 단위셀의 일부인 컬러필터 단위셀의 공통 전극(120)에 제 3 광 전압을 인가한다. 공통 전극(120)으로 인가된 제 3 광 전압 및 화소 전극(70)으로 인가된 제 2 광 전압은 LCD 단위셀에 포함된 액정에 광이 통과될 수 있도록 액정을 배열한다.

- <406> 그러나, LCD 단위셀에 액정을 통과하는 광을 공급하지 않으면, 제 1 내지 제 3 광 전압 인가 장치에 의하여 액정이 배열된 상태에서 LCD 단위셀의 구동 상태를 정확하게 인식할 수 없다.
- <407> 디스플레이 광공급장치(410)는 구동된 LCD 단위셀의 구동 상태를 인식할 수 있도록 제 1 모기판(10)으로부터 액정 및 제 2 모기판(80)을 통과하는 방향으로 디스플레이 광(411)을 공급한다.
- <408> 디텍터(420)는 디스플레이 광공급장치(410)에서 발생하여 제 1 모기판(10), 액정 및 제 2 모기판(80)을 통과한 테스트 영상(412)을 촬영한다. 디텍터(420)는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다. 디텍터(420)는 테스트 영상(412)을 디지털 형태의 데이터로 변환한다.
- <409> 제어 유닛(430)은 디스플레이 광공급장치(410) 및 광 전압 인가 장치(400)에 의하여 구동된 LCD 단위셀의 구동 상태를 비교하여 검사한다.
- <410> 도 30 또는 도 31에 도시된 비접촉 LCD 단위셀 검사 장치에 의하여 LCD 단위셀의 양품 또는 불량이 판별되면, 조립 기판은 수직 상태로 세워진 상태에서 자동 반송 대차 또는 수동 반송 대차에 의하여 반송된 후 조립 기판 중 양품 LCD 단위셀에 편광판을 부착하는 과정이 수행된다.
- <411> <편광판 부착 설비>
- <412> 도 32는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 실시예를 도시한 개념도이다.



- <413> 도 32를 참조하면, 편광판 부착 설비(440)는 베이스 몸체(450), 제 1 편광판 어택치 모듈(460), 제 2 편광판 어택치 모듈(470), 제 1 마름질 모듈(480), 제 2 마름질 모듈(490), 제 1 보호 시트 스트립 모듈(500) 및 제 2 보호 시트 스트립 모듈(510)을 포함한다.
- <414> 베이스 몸체(450)는 제 1 편광판 어택치 모듈(460), 제 2 편광판 어택치 모듈(470), 제 1 마름질 모듈(480), 제 2 마름질 모듈(490), 제 1 보호 스트립 모듈(500), 제 2 보호 스트립 모듈(510)이 설치되는 장소를 제공한다.
- <415> 베이스 몸체(450)는 일실시예로 직육면체 박스 형상을 갖는다. 이때, 베이스 몸체(450) 중 길이가 긴 방향을 도 32에 정의된 바와 같이 X 방향, 길이가 짧은 방향을 Y 방향이라 정의하기로 한다.
- <416> 베이스 몸체(450)에는 조립기판 로더(520)가 더 설치된다. 조립기판 로더(520)는 앞서 설명한 비접촉 LCD 단위셀 검사 설비에서 양품/불량품이 검사된 조립기판이 복수 매 로딩 된다.
- <417> 한편, 베이스 몸체(450)에는 조립 기판 로더(520)와 이격된 곳에 제 1 편광판 원단 로더(530) 및 제 2 편광판 원단 로더(540)가 Y 축 방향으로 나란하게 배치된다.
- <418> 제 1 편광판 원단 로더(530)에는 조립기판의 크기와 대등한 크기를 갖고, TFT 단위셀에 부착되는 제 1 편광판 원단이 복수 매 로딩 된다.
- <419> 도 33은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비에 사용되는 제 1 편광판 원단을 도시한 단면도이다.

- <420> 도 33을 참조하면, 제 1 편광판 원단(534)은 제 1 베이스 필름(531), 제 1 편광판(532) 및 제 1 보호 시트(533)로 구성된다.
- <421> 제 2 편광판 원단 로더(540)에는 조립기관의 크기와 대등한 크기를 갖고 조립기관의 컬러필터 단위셀에 부착되는 제 2 편광판 원단이 복수 매 로딩 된다.
- <422> 도 34는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비에 사용되는 제 2 편광판 원단을 도시한 단면도이다.
- <423> 도 34를 참조하면, 제 2 편광판 원단(544)은 제 2 베이스 필름(541), 제 2 편광판(542) 및 제 2 보호 시트(543)로 구성된다.
- <424> 베이스 몸체(450)중 제 1 편광판 원단 로더(530), 제 2 편광판 원단 로더(540) 및 조립 기관 로더(520)의 사이에는 제 1 마름질 모듈(480) 및 제 2 마름질 모듈(490)이 배치된다.
- <425> 제 1 마름질 모듈(480)은 제 1 편광판 원단 로더(530)로부터 언로딩 된 제 1 편광판 원단을 TFT 단위셀의 크기에 적합하게 마름질한다.
- <426> 제 2 마름질 모듈(490)은 제 2 편광판 원단 로더(540)로부터 언로딩 된 제 2 편광판 원을 TFT 단위셀의 크기에 적합하게 마름질한다.
- <427> 도 35는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 마름질 모듈을 도시한 개념도이다.
- <428> 제 1 마름질 모듈(480)은 제 1 X축 블레이드 모듈(481) 및 제 1 Y축 블레이드 모듈(486)로 구성된다.

- <429> 제 1 X축 블레이드 모듈(481)은 제 1 X축 블레이드(482) 및 제 1X 축 블레이드 구동 유닛(483)으로 구성된다. 제 1 X축 블레이드(482)는 TFT 단위셀 중 X 축 방향의 에지 길이와 대등하다. 제 1 X축 블레이드 구동 유닛(483)은 제 1 X축 블레이드(482)를 업-다운시켜 제 1 X축 블레이드(482)가 제 1 편광판 원단(534)의 제 1 편광판(532) 및 제 1 보호 시트(533)는 완전 절단하고, 베이스 필름(531)은 일부가 절단되도록 한다.
- <430> 도 36은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 X축 블레이드 모듈에 의하여 제 1 편광판 원단이 마름질된 것을 도시한 개념도이다.
- <431> 도 36을 참조하면, 제 1 X축 블레이드 모듈(481)에 의하여 제 1 편광판 원단(534)의 X 축 방향으로는 규칙적인 절단이 발생한다.
- <432> 제 1 Y축 블레이드 모듈(486)은 제 1 Y축 블레이드(484) 및 제 1 Y축 블레이드 구동 유닛(485)으로 구성된다. 제 1 Y축 블레이드(484)는 TFT 단위셀 중 Y 축 방향의 에지 길이와 대등하다. 제 1 Y축 블레이드 구동 유닛(485)은 제 1 Y축 블레이드(484)를 업-다운시켜 제 1 Y축 블레이드(484)가 제 1 편광판 원단(534)의 제 1 편광판(532) 및 제 2 보호 시트(533)는 페루프 형상으로 완전 절단하고, 베이스 필름(541)은 일부가 절단되도록 한다.
- <433> 도 37은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 Y축 블레이드 모듈에 의하여 제 2 편광판 원단이 마름질된 것을 도시한 개념도이다.
- <434> 도 37을 참조하면, 제 1 Y축 블레이드 모듈(486)에 의하여 제 1 편광판 원단은 Y축 방향으로 절단된다. 이처럼 제 1 X축 블레이드 모듈(481) 및 제 1 Y축 블레이드 모듈(486)에 의하여 제 1 편광판 원단(534)으로부터 제 1 편광판(532)은 분리된다. 이하, 제

1 편광판 원단(534)으로부터 분리된 제 1 편광판(532)을 절단된 제 1 편광판(532a)라 칭하기로 한다.

<435> 제 1 마름질 모듈(480) 및 제 2 마름질 모듈(490)은 동일한 구성을 갖음으로 제 2 마름질 모듈(490)의 중복된 설명은 생략하기로 한다.

<436> 베이스 몸체(450) 중 제 1 마름질 모듈(480) 및 제 2 마름질 모듈(490)과 인접한 곳에는 제 1 편광판 원단(534) 및 제 2 편광판 원단(544)으로부터 마름질된 제 1 보호 시트(533) 및 제 2 보호 시트(544)를 제거하는 제 1 보호 시트 스트립 모듈(500) 및 제 2 보호 시트 스트립 모듈(510)이 배치된다.

<437> 도 38은 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 보호 시트 스트립 모듈을 도시한 개념도이다.

<438> 도 38을 참조하면, 제 1 보호 시트 스트립 모듈(500)은 제 1 마름질 모듈(480)에 의하여 제 1 편광판 원단(534)으로부터 절단된 제 1 편광판(532a)의 표면에 덮여 있는 제 1 보호 시트(533a)를 제거한다.

<439> 제 1 보호 시트 스트립 모듈(500)은 진공압을 발생하는 피커(picker;501) 및 피커 구동 모듈(503) 포함한다.

<440> 피커 구동 모듈(503)은 피커(501)를 절단된 제 1 편광판(532a)의 표면에 부착된 제 1 보호 시트(533a) 쪽으로 업-다운시킨다.

<441> 피커(501)는 제 1 보호 시트(533a)의 표면을 진공압으로 흡착한다. 이 상태

에서 피커 구동 모듈(503)은 다시 역방향으로 진행된다. 이때, 피커(501)와 제 1 보호 시트(533a)의 흡착력이 제 1 보호 시트(533a) 및 절단된 제 1 편광판(532a)의 흡착력보다 클 경우, 제 1 보호 시트(533a)는 절단된 제 1 편광판(532a)으로부터 분리된다.

<442> 제 1 보호 시트(533a)가 제거됨으로써 절단된 제 1 편광판(532a)은 LCD 단위셀의 TFT 단위셀에 부착이 가능해진다.

<443> 제 2 보호 시트 스트립 모듈은 제 1 보호 시트 스트립 모듈과 동일한 구성을 갖음으로 그 중복된 설명은 생략하기로 한다.

<444> 도 32의 미설명 도면부호 560, 570은 마름질된 제 1 편광판 원단, 마름질된 제 2 편광판 원단을 뒤집는 턴-오버 장치이다. 턴 오버 장치(560, 570)는 제 1, 제 2 보호 시트가 스트립 됨으로써 외부로 노출된 제 1, 제 2 편광판 부분이 TFT 단위셀 또는 컬러필터 단위셀과 마주보도록 한다.

<445> 한편, 제 1 편광판 어택치 모듈(460) 및 제 2 편광판 어택치 모듈(470)은 베이스 몸체(450)에 중앙 부분에 Y 축 방향으로 나란히 설치된다.

<446> 제 1 편광판 어택치 모듈(460) 및 제 2 편광판 어택치 모듈(470)은 제 1, 제 2 편광판 원단(534, 544) 및 조립기판이 부착되도록 한다.

<447> 도 39는 본 발명에 의한 편광판 부착 설비의 제 1 편광판 어택치 모듈을 도시한 개념도이다.

<448> 도 39를 참조하면, 제 1 편광판 어택치 모듈(460)은 제 1 조립기판 고정 유닛(461) 및 제 1 편광판 어택치 유닛(466)으로 구성된다.

- <449> 제 1 조립기판 고정 유닛(461)은 조립기판(85)을 고정하는 역할을 한다. 제 1 조립기판 고정 유닛(461)은 다시 제 1 조립기판 고정 플레이트(462) 및 제 1 조립기판 흡착 유닛(463)으로 구성된다.
- <450> 제 1 조립기판 고정 플레이트(462)에는 다수개의 제 1 관통공(462a)이 형성된다.
- <451> 제 1 조립기판 흡착 유닛(463)은 제 1 진공 배관(463a) 및 제 1 진공압 발생장치(463b)로 구성된다. 제 1 진공 배관(463a)의 제 1 단부는 제 1 조립기판 고정 플레이트(462)에 형성된 제 1 관통공(462a)에 결합되고, 제 1 진공 배관의 제 2 단부는 제 1 진공압 발생장치(463b)에 결합된다. 제 1 진공압 발생장치(463b)에 의하여 발생한 진공압에 의하여 조립기판(85)은 제 1 조립기판 고정 플레이트(462)에 견고하게 고정된다.
- <452> 제 1 편광판 어택치 유닛(466)은 제 1 편광판 가압 플레이트(468) 및 제 1 편광판 가압 플레이트 구동 모듈(467)로 구성된다.
- <453> 제 1 편광판 가압 플레이트 구동 모듈(467)은 제 1 편광판 가압 플레이트(468)를 업-다운시켜 제 1 편광판 원단(534)상에 제 1 보호 시트가 스트립 된 제 1 편광판(532a)을 TFT 단위셀의 표면에 밀착시킨다. 이로써, 제 1 편광판 원단(534)의 베이스 필름(531)으로부터 절단된 제 1 편광판(532a)은 분리되어 TFT 단위셀에는 제 1 편광판이 부착된다.
- <454> 제 2 편광판 어택치 유닛(470)은 제 1 편광판 어택치 유닛(460)과 동일한 구성을 갖음으로 중복된 설명은 생략하기로 한다.
- <455> 제 1 편광판 어택치 유닛(460) 및 제 2 편광판 어택치 유닛(470)의 사이에는 턴-오버 장치(580)가 더 설치된다. 턴-오버 장치(580)는 제 1 편광판 어택치 유닛(460)에서

제 1 편광판이 부착된 조립 기판을 뒤집어 컬러필터 단위셀에 제 2 편광판이 부착될 수 있도록 하기 위함이다.

<456> 조립기판의 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀에 제 1 편광판 및 제 2 편광판이 모두 부착되면, 이송암은 편광판이 부착된 조립 기판을 조립기판 언로더(590)로 이송한다. 이때, 조립기판 언로더(590)는 2 개가 형성된다.

<457> 첨부된 도 1을 참조하면, 조립기판의 TFT 단위셀에 제 1 편광판 및 컬러필터 단위셀에 제 2 편광판이 모두 부착된 상태에서, 조립기판에 형성된 LCD 단위셀은 비접촉 방식으로 유리 기판을 절단하는 레이저 빔 절단 장치 또는 접촉 방식으로 유리 기판을 절단하는 다이아몬드 블레이드 등에 의하여 개별화된다(단계 500).

<458> 조립 기판으로부터 개별화된 LCD 단위셀을 이하 LCD 패널이라 정의하기로 한다.

<459> LCD 패널에는 플렉시블한 테이프 캐리어 패키지 및 LCD 패널을 작동시키기 위한 인쇄회로기판이 부착되어 LCD 패널 어셈블리가 제조된다(단계 600).

<460> LCD 패널 어셈블리에는 광을 공급하는 백라이트 어셈블리가 결합되어 액정표시장치가 제조된다.

#### 【발명의 효과】

<461> 이상에서 상세하게 설명한 바에 의하면, 본 발명은 적어도 1 개의 LCD 단위셀을 갖는 조립기판 및 조립기판에 편광판까지 부착한 후 LCD 단위셀을 조립기판으로부터 분리하여 LCD 패널을 제작하고, LCD 패널에 구동 모듈을 설치하여 액정표시장치를 제작하여 제조 공정을 크게 개선하는 효과를 갖는다.

- <462> 또한, 본 발명은 LCD 단위셀의 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀의 상면에 비접촉 방식으로 액정을 배향 하여 종래 러빙 공정에 의하여 액정을 배향 할 때에 비하여 제조 공정 단축 및 배향 특성을 크게 향상시키는 효과를 갖는다.
- <463> 또한, 본 발명은 조립기판에 형성된 LCD 단위셀을 개별화하기 이전에 LCD 단위셀을 비접촉 방식으로 검사하여 편광판 제조 공정에서 불량 LCD 단위셀에 편광판이 부착되지 않도록 하는 효과를 갖는다.
- <464> 또한, 본 발명은 조립기판의 LCD 단위셀에 편광판을 부착하는 과정을 조립 기판 상에서 수행함으로써 편광판을 부착하는데 소요되는 시간을 크게 단축시키는 효과를 갖는다.
- <465> 앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

i) 제 1 모기판에 형성된 TFT 기판 형성 영역에 TFT 단위셀, 제 2 모기판에 형성된 컬러필터 기판 형성 영역에 컬러필터 단위셀을 각각 형성하는 단계;

ii) 상기 TFT 단위셀 및 상기 컬러필터 단위셀에 액정 배향 수단을 형성하는 단계 ;

iii) 상기 TFT 단위셀, 상기 컬러필터 단위셀의 사이에 액정이 배치되도록 상기 제 1, 제 2 모기판을 어셈블리 하여 조립기판을 제조하는 단계;

iv) 상기 조립기판에 상기 TFT 단위셀 및 컬러필터 단위셀로 구성된 LCD 단위셀에 비접촉 방식으로 테스트 구동 신호를 인가하여 상기 LCD 단위셀의 양부를 판별하는 단계 ;

v) 상기 조립 기판에 형성된 상기 LCD 단위셀을 개별화하여 LCD 패널을 제조하는 단계; 및

상기 LCD 패널에 구동 모듈을 어셈블리 하여 LCD 패널 어셈블리를 제조하는 단계를 포함하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 액정 배향 수단을 형성하는 단계는 이중 결함 구조를 갖는 배향물질로 배향막을 형성하는 단계; 및

상기 배향막에 원자 빔을 상기 액정의 프리틸트각 방향으로 주사하여, 상기 이중 결합 구조를 단일 결합 구조 및 상기 액정과 반응하는 극성을 갖는 라디칼로 변경하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 3】**

제 2 항에 있어서, 상기 배향 물질은 DLC(Diamond-like-Carbon),  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{TiO}_2$ 로 구성된 그룹 중 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서, 상기 조립 기판을 제조하는 단계는

상기 TFT 단위셀, 상기 컬러필터 단위셀 중 어느 하나에 액정 팬스를 형성하는 단계; 및

상기 액정 팬스에 의하여 형성된 내부 영역에 액정을 채우는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서, 상기 조립 기판을 제조하는 단계 이후에는 상기 제 1 모기판으로부터 상기 제 2 모기판을 향하는 방향으로 제 1 광을 공급하는 단계;

상기 제 2 모기판을 통과한 제 2 광을 촬영하여 LCD 단위셀 데이터를 생성하는 단계;

상기 LCD 단위셀 데이터를 기준 데이터와 비교하여 상기 LCD 단위셀 중 상기 액정이 채워지지 않은 액정 언-필 영역을 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서, 상기 LCD 단위셀의 양부를 판별하는 단계는 상기 LCD 단위셀에 광 전류(photoelectric current)에 의한 구동 전압을 인가하여 상기 LCD 단위셀을 구동시키는 단계 및 상기 LCD 단위셀에 광을 공급하여 디스플레이 상태를 검사하는 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 7】**

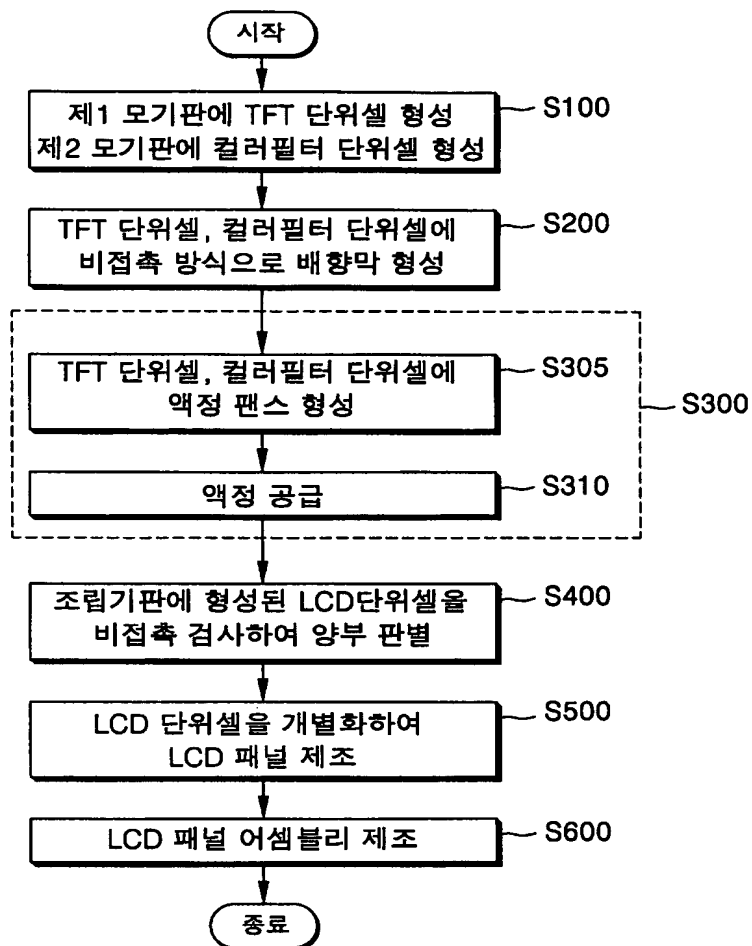
제 1 항에 있어서, 상기 LCD 단위셀을 양부를 판별하는 단계 이후에는 양품으로 판별된 상기 LCD 단위셀 중 상기 TFT 기판 형성 영역과 마주보는 상기 제 1 모기판에 제 1 편광판, 상기 제 2 모기판 중 상기 컬러필터 기판 형성 영역과 마주보는 면에 제 2 편광판을 부착하는 단계가 더 수행되는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

**【청구항 8】**

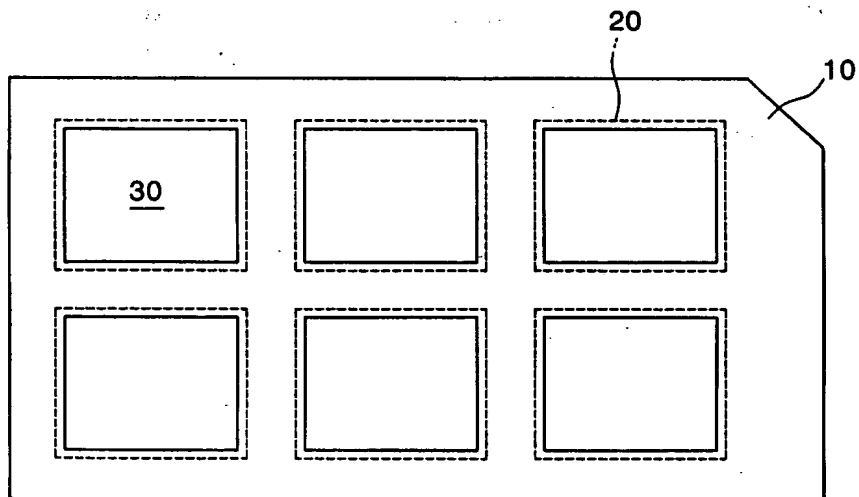
제 1 항에 있어서, 상기 제 1 모기판에 상기 TFT 단위셀 및 상기 제 2 모기판에 상기 컬러필터 단위셀을 형성하는 단계 이후에, 상기 제 1 모기판 및 제 2 모기판은 세워진 상태로 상기 ii) 내지 v)의 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 제조 방법.

## 【도면】

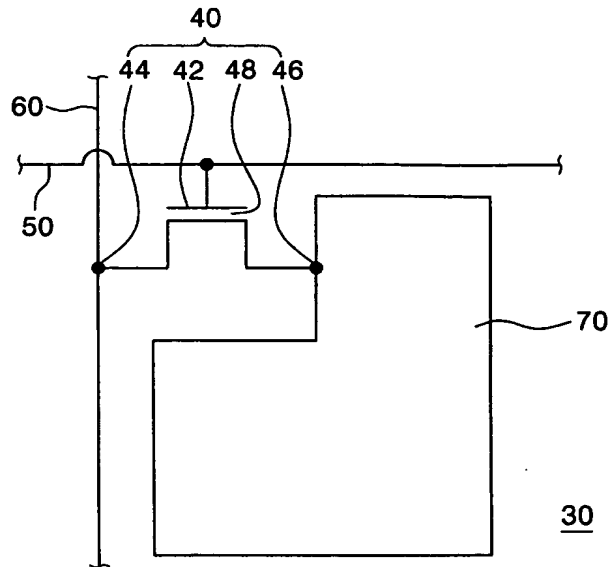
【도 1】



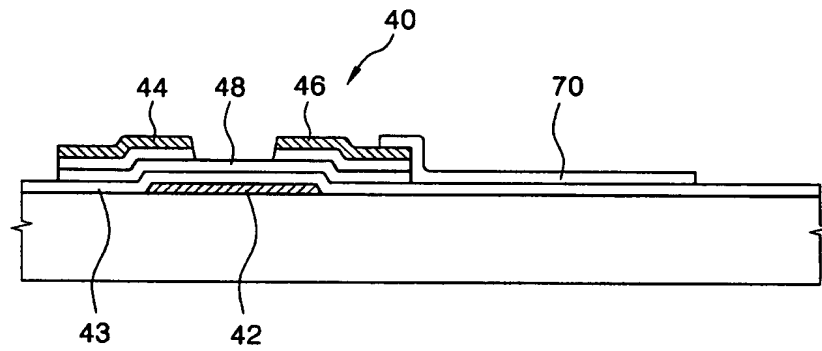
【도 2】



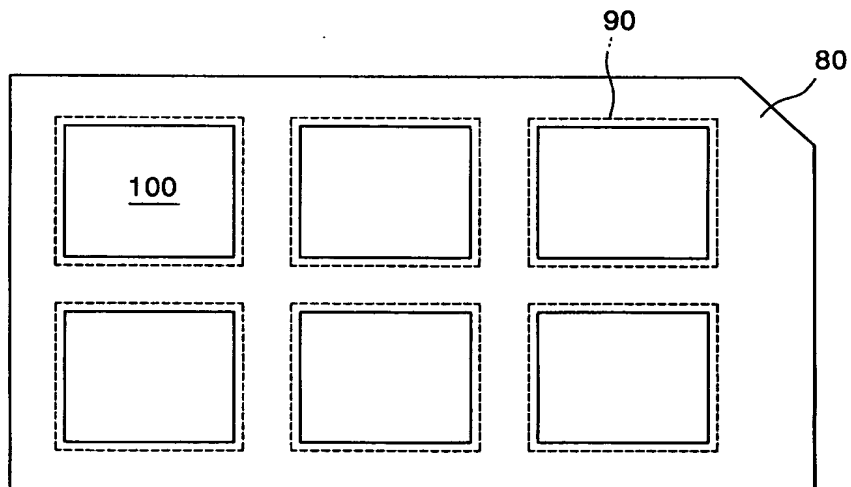
【도 3】



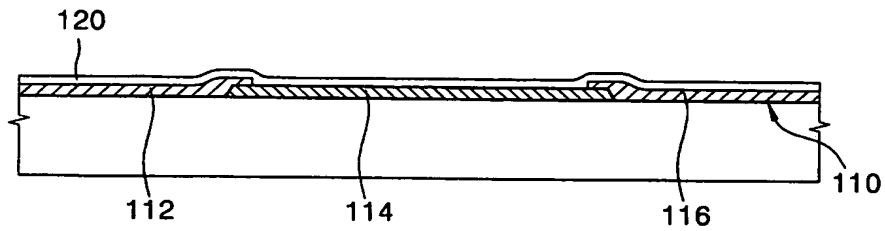
【도 4】



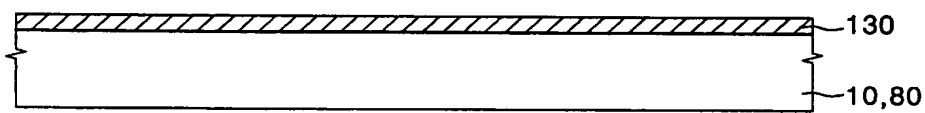
【도 5】



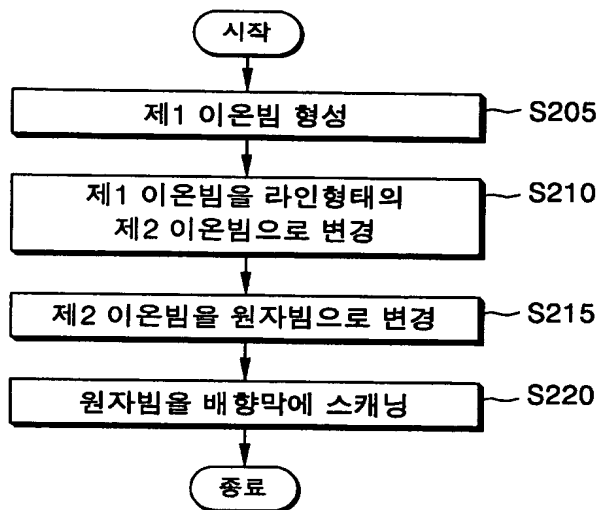
【도 6】



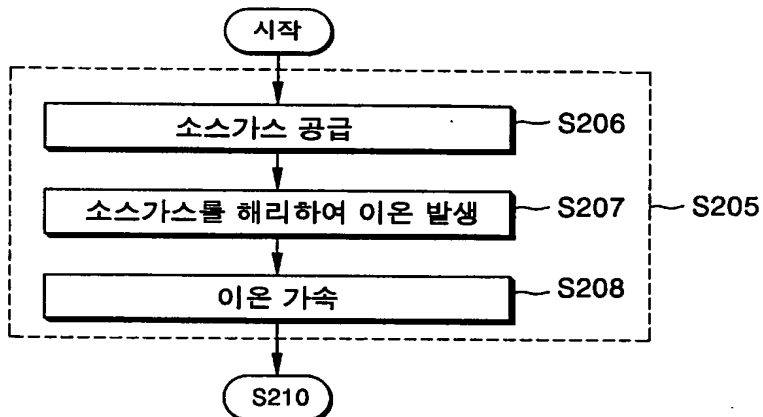
【도 7】



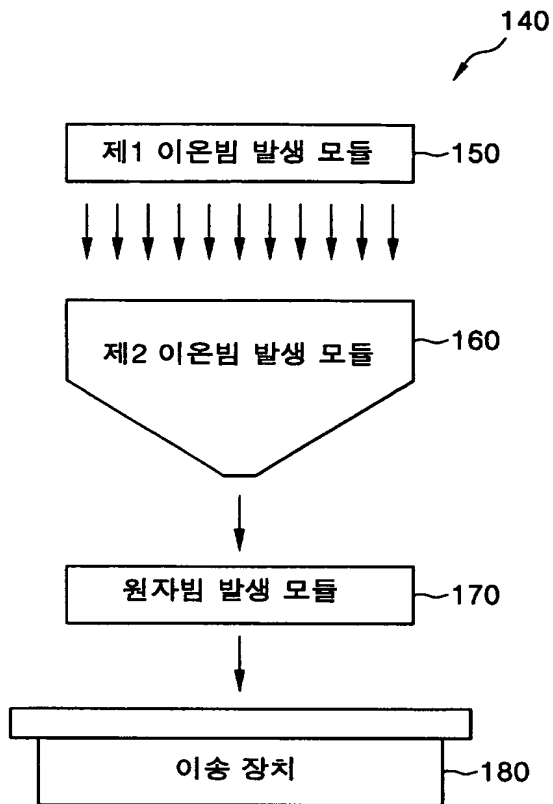
【도 8】



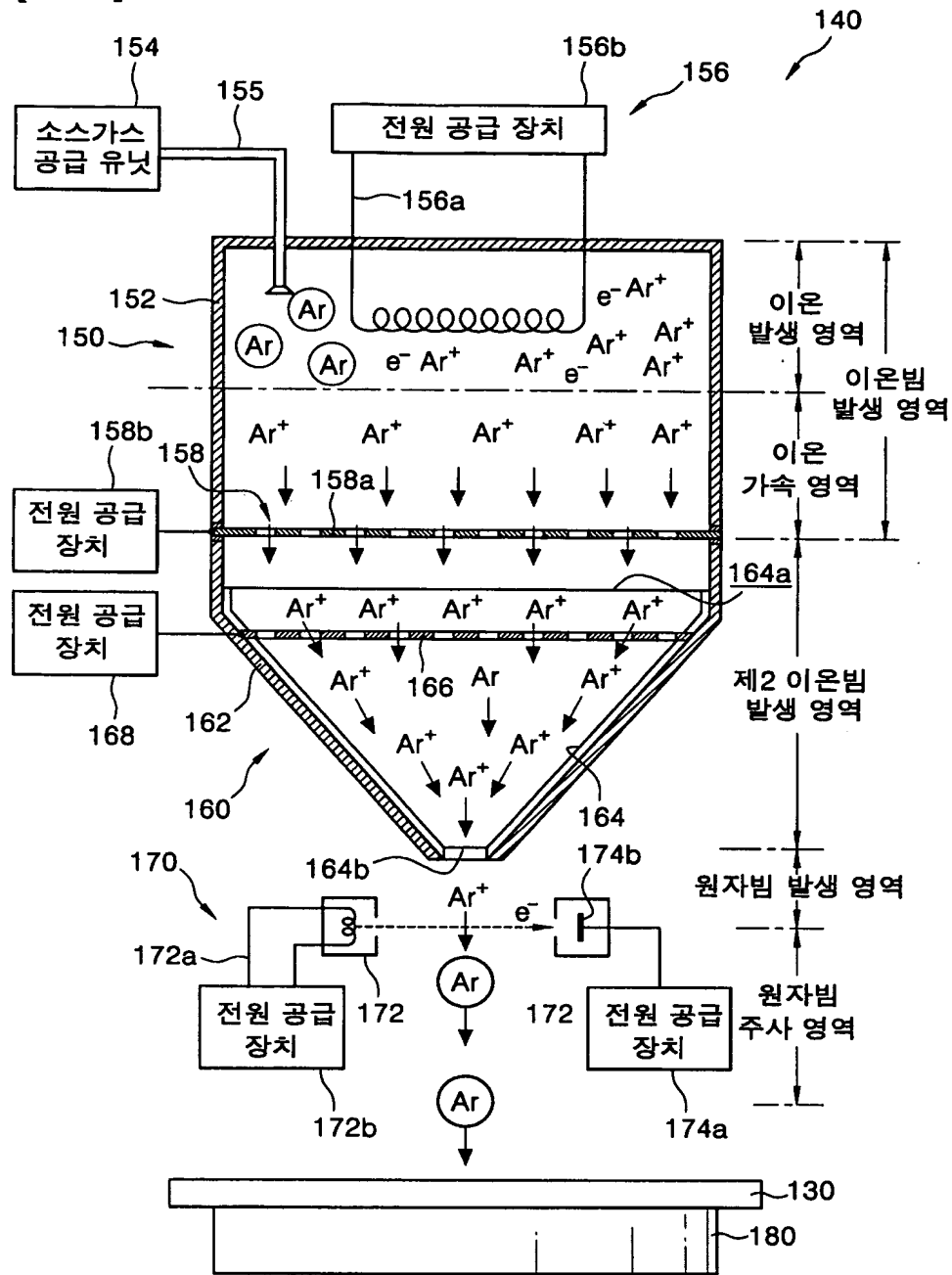
【도 9】



【도 10】

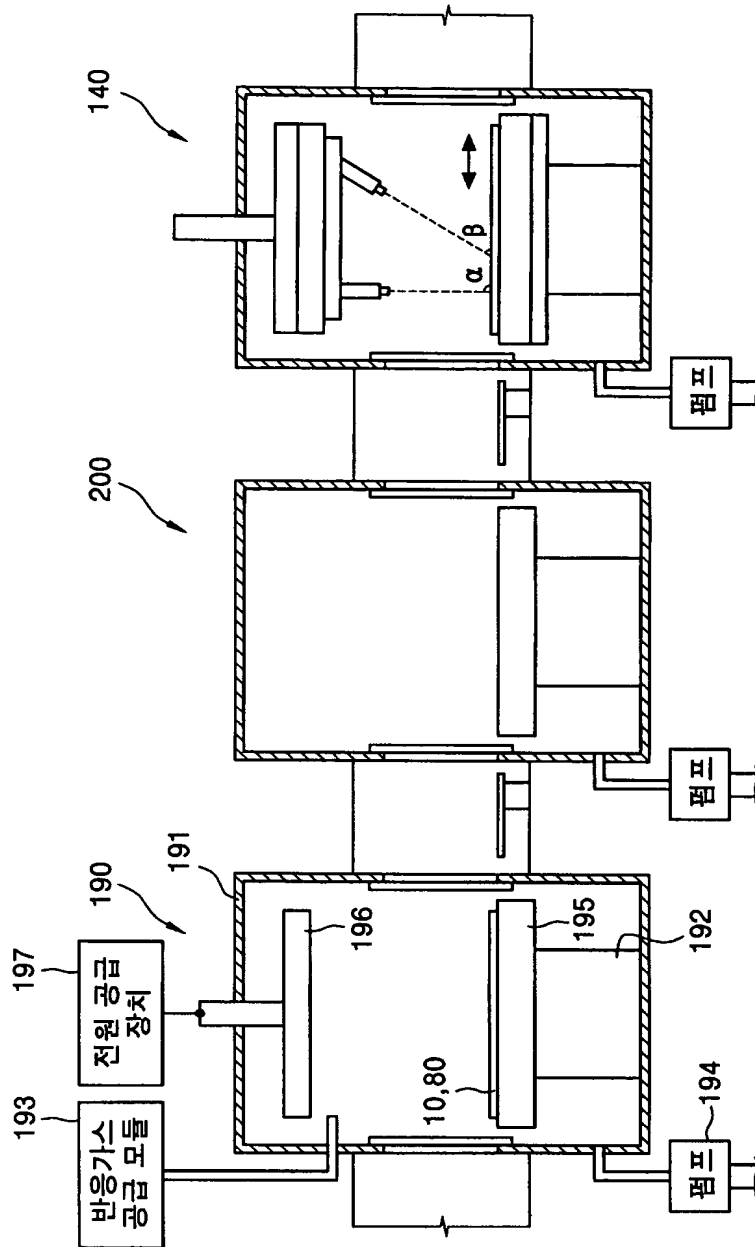


【도 11】

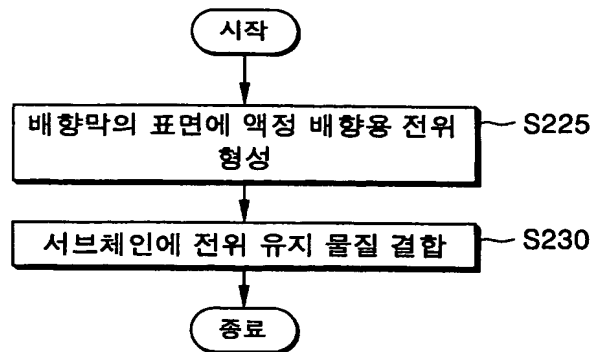




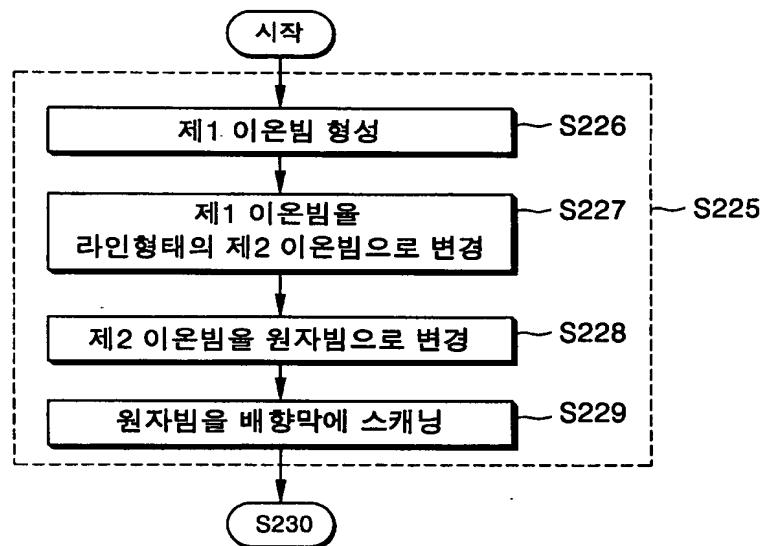
【도 12】



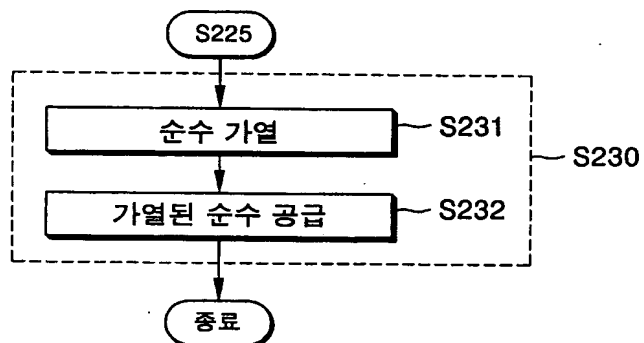
【도 13】



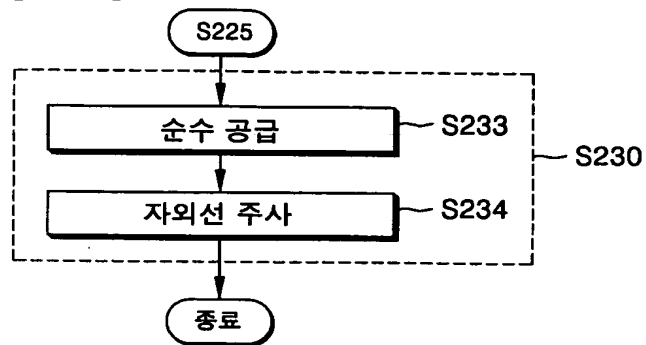
【도 14】



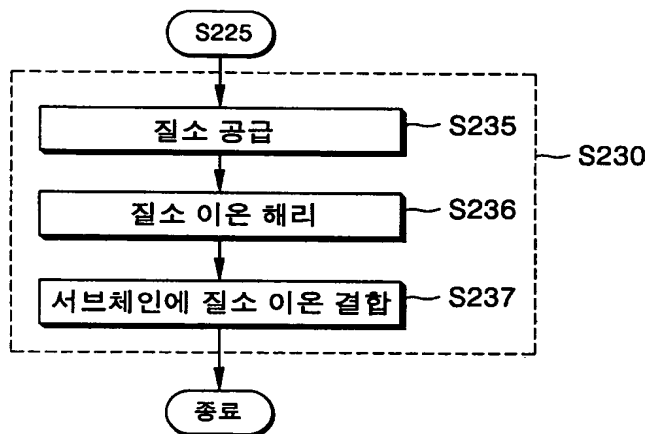
【도 15】



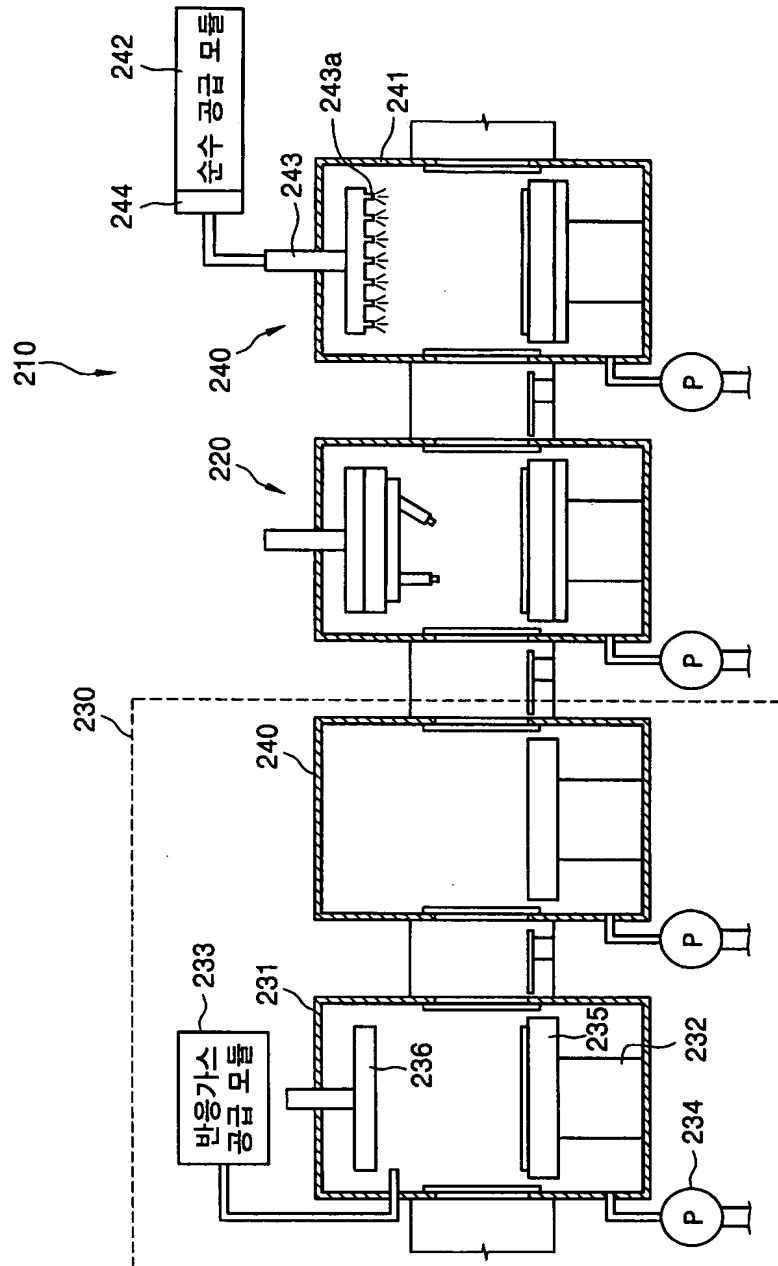
【도 16】



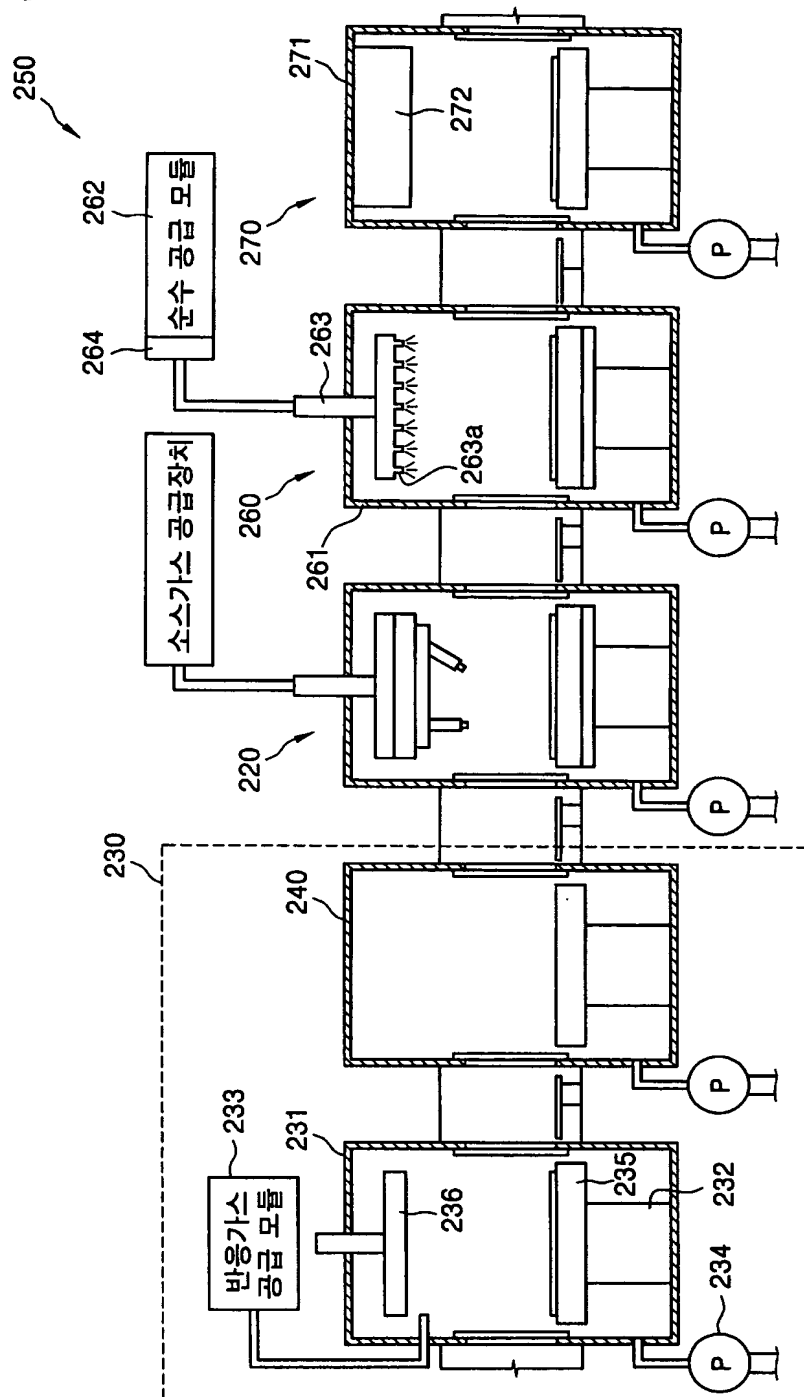
【도 17】



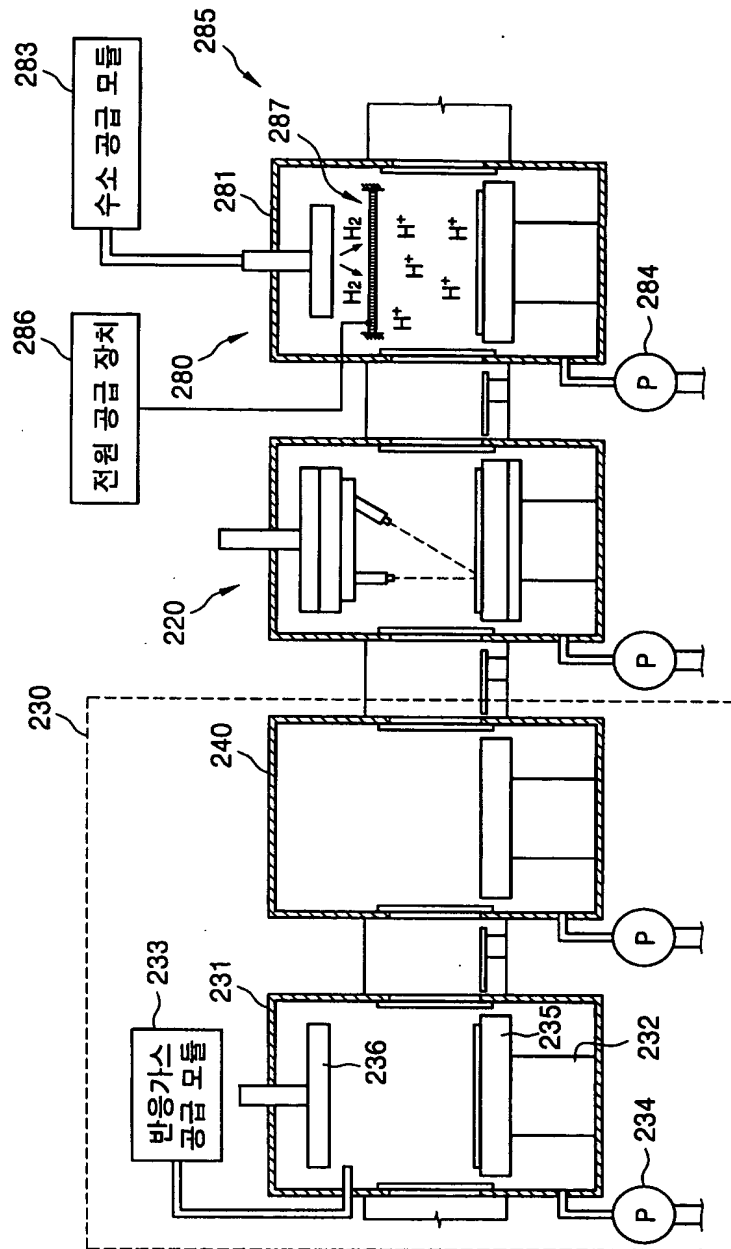
【도 18】



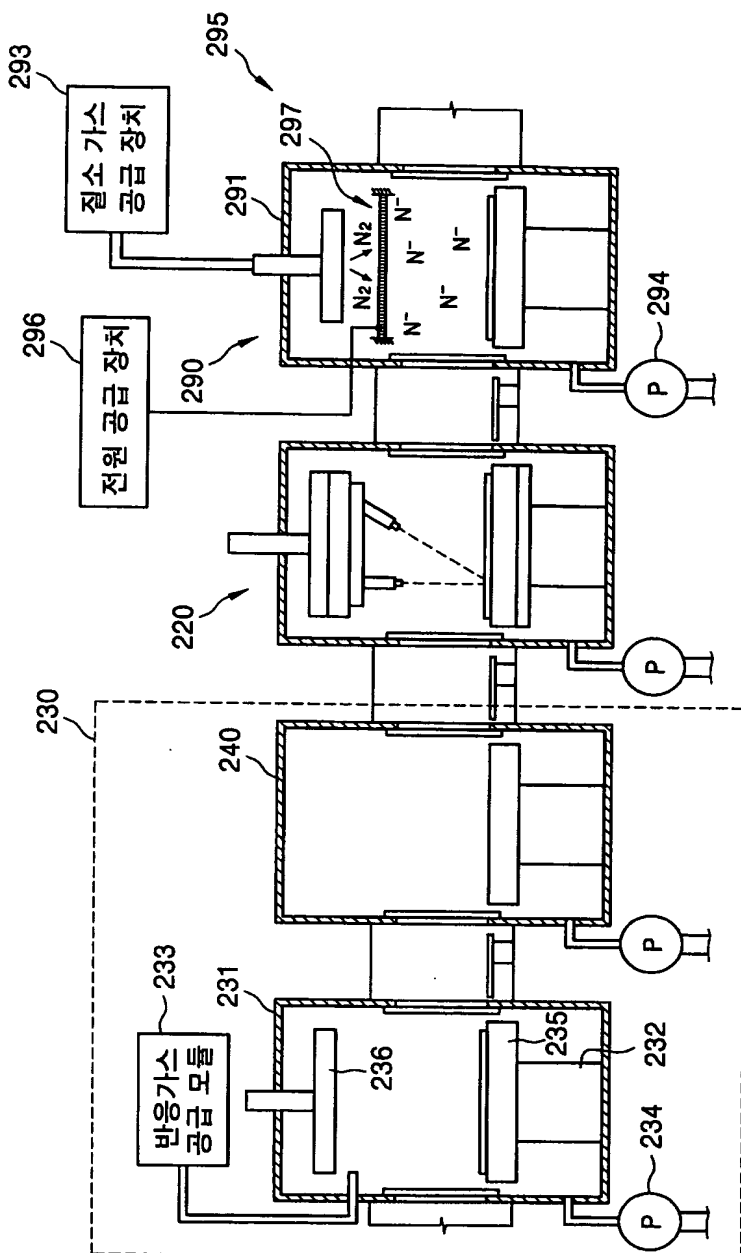
【도 19】



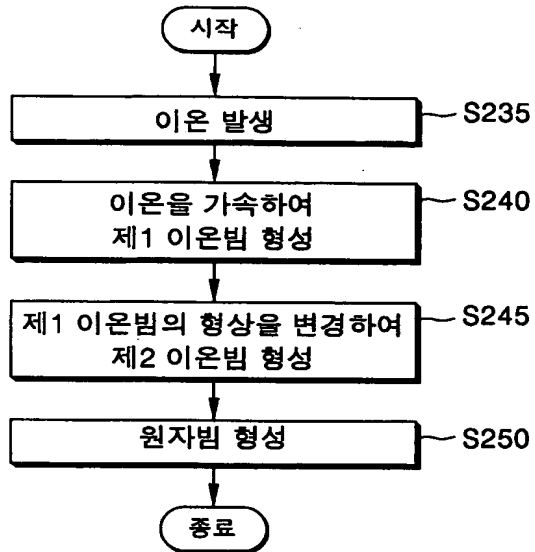
【도 20】



【도 21】

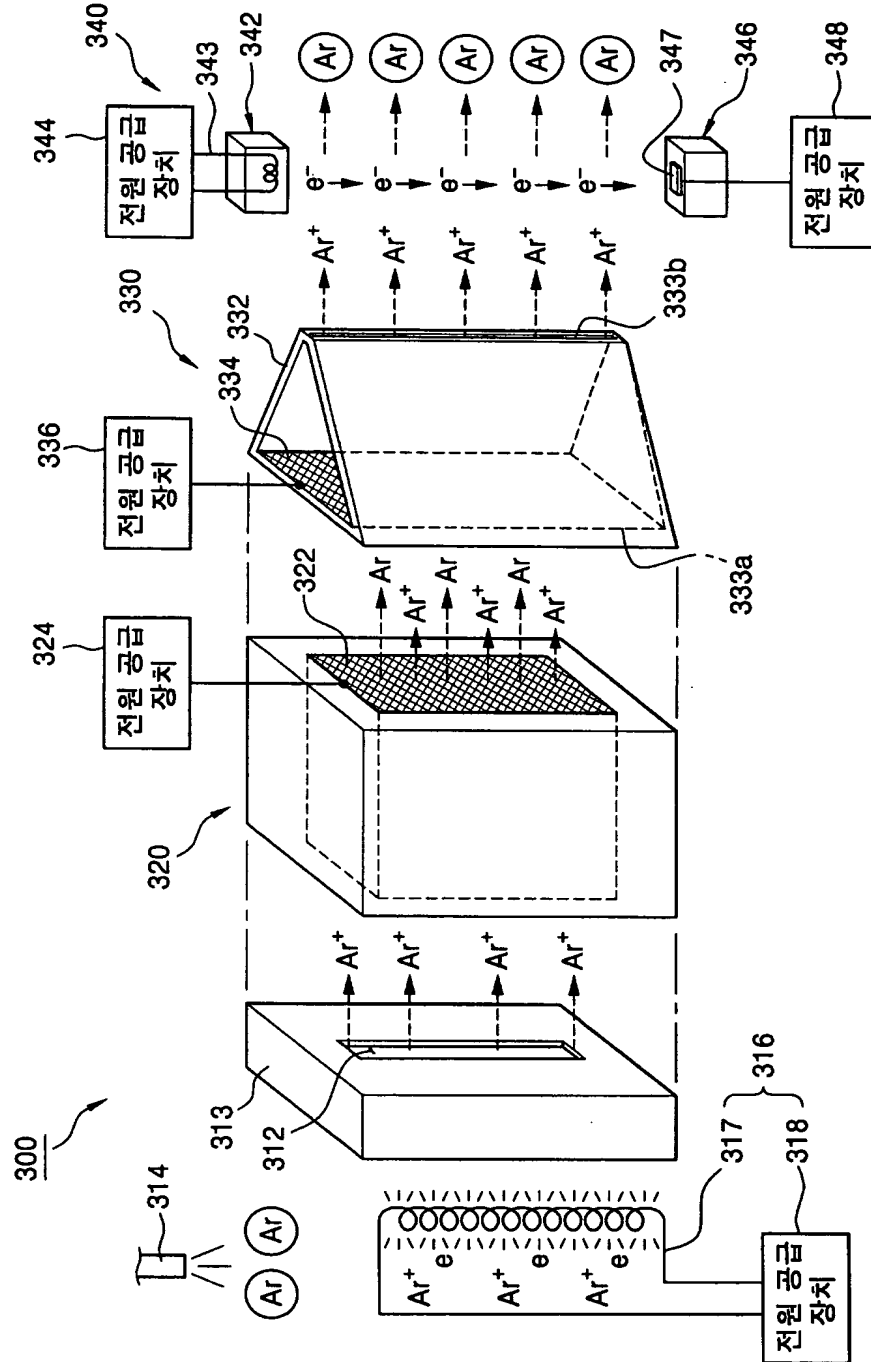


【도 22】

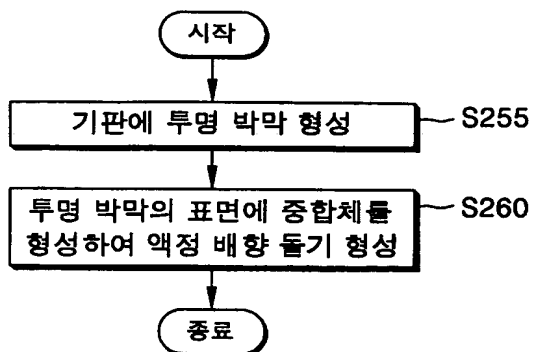




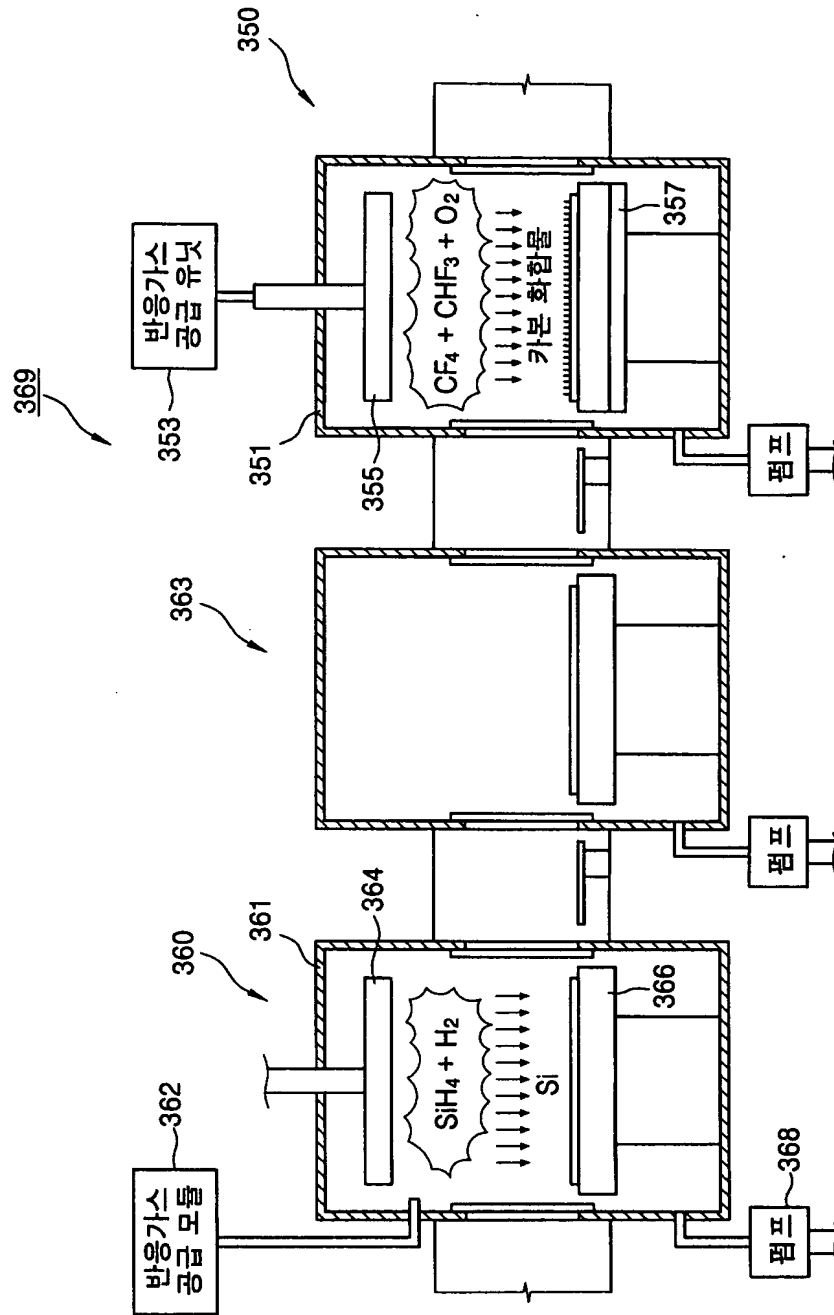
【도 23】



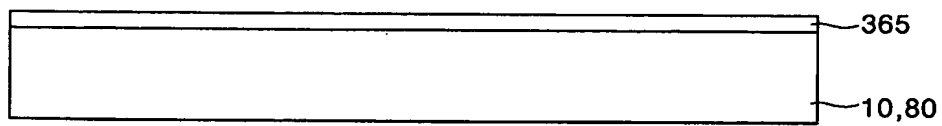
【도 24】



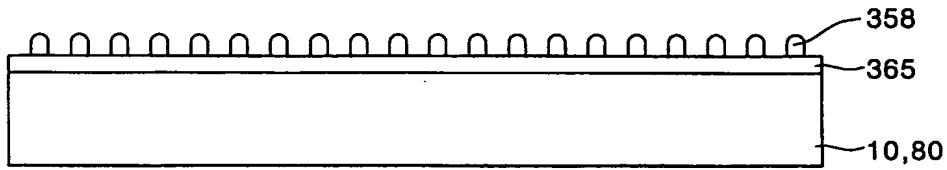
【도 25】



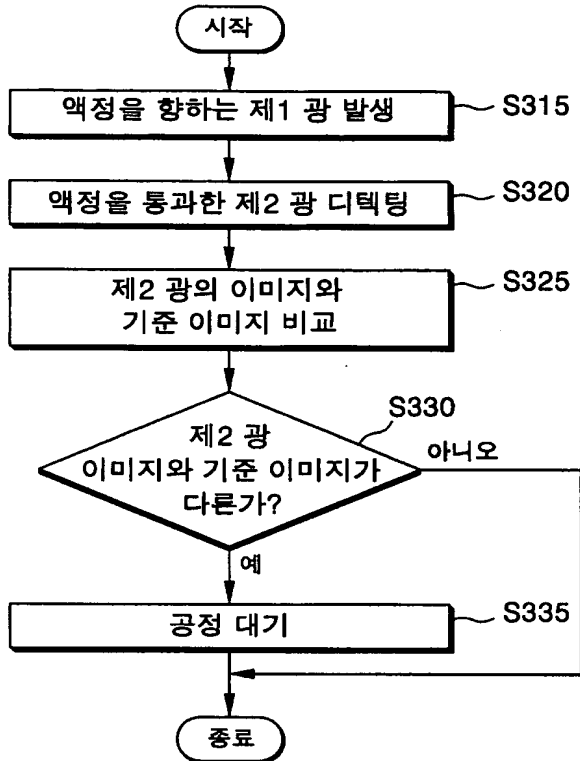
【도 26】



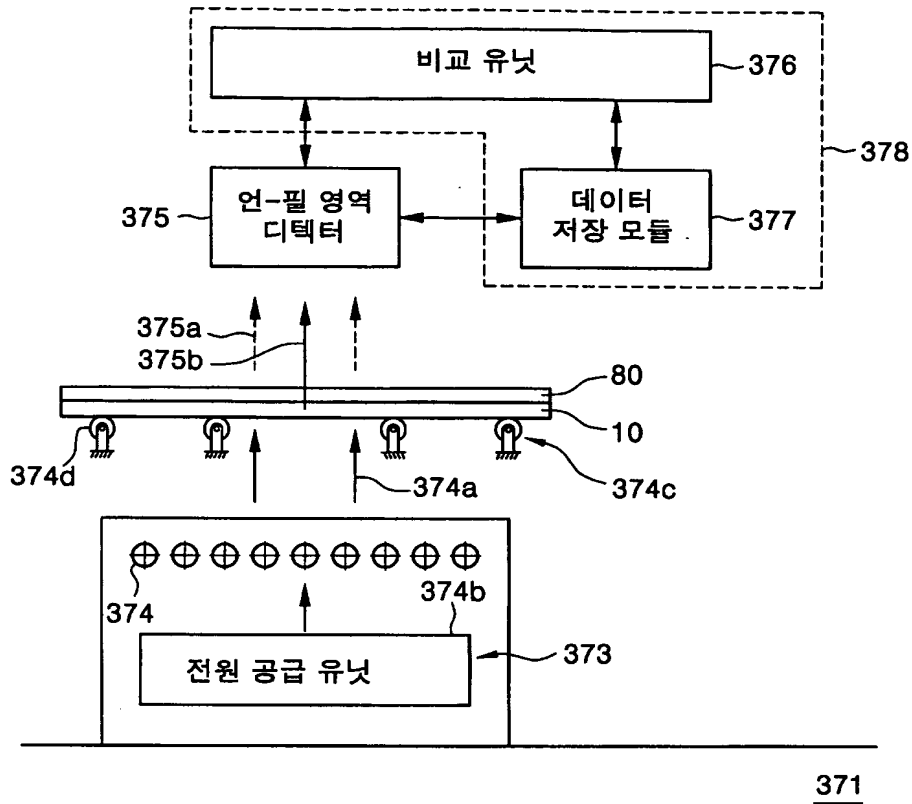
【도 27】



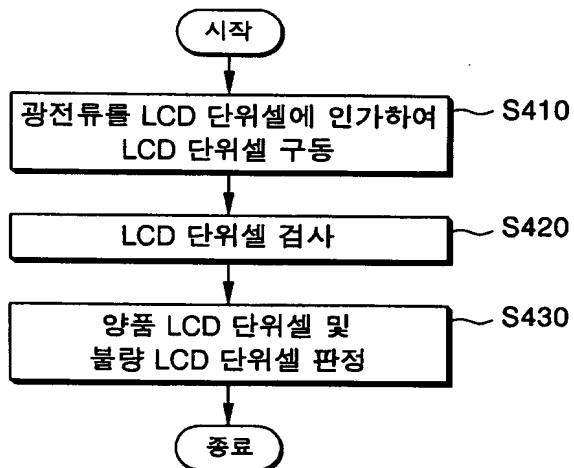
【도 28】



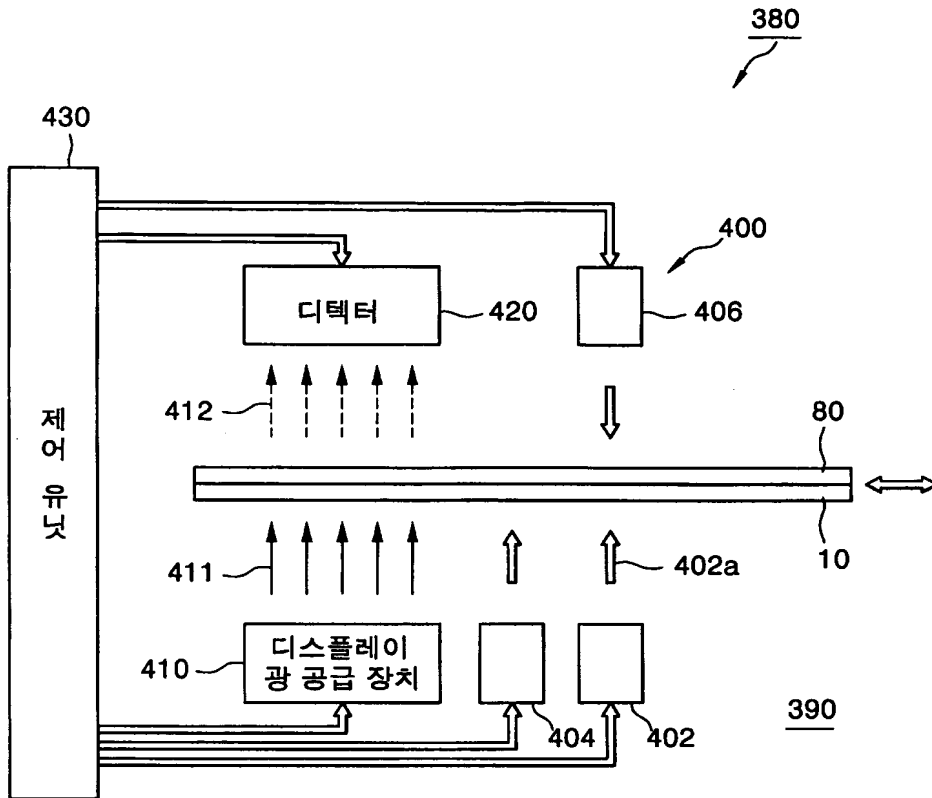
【도 29】



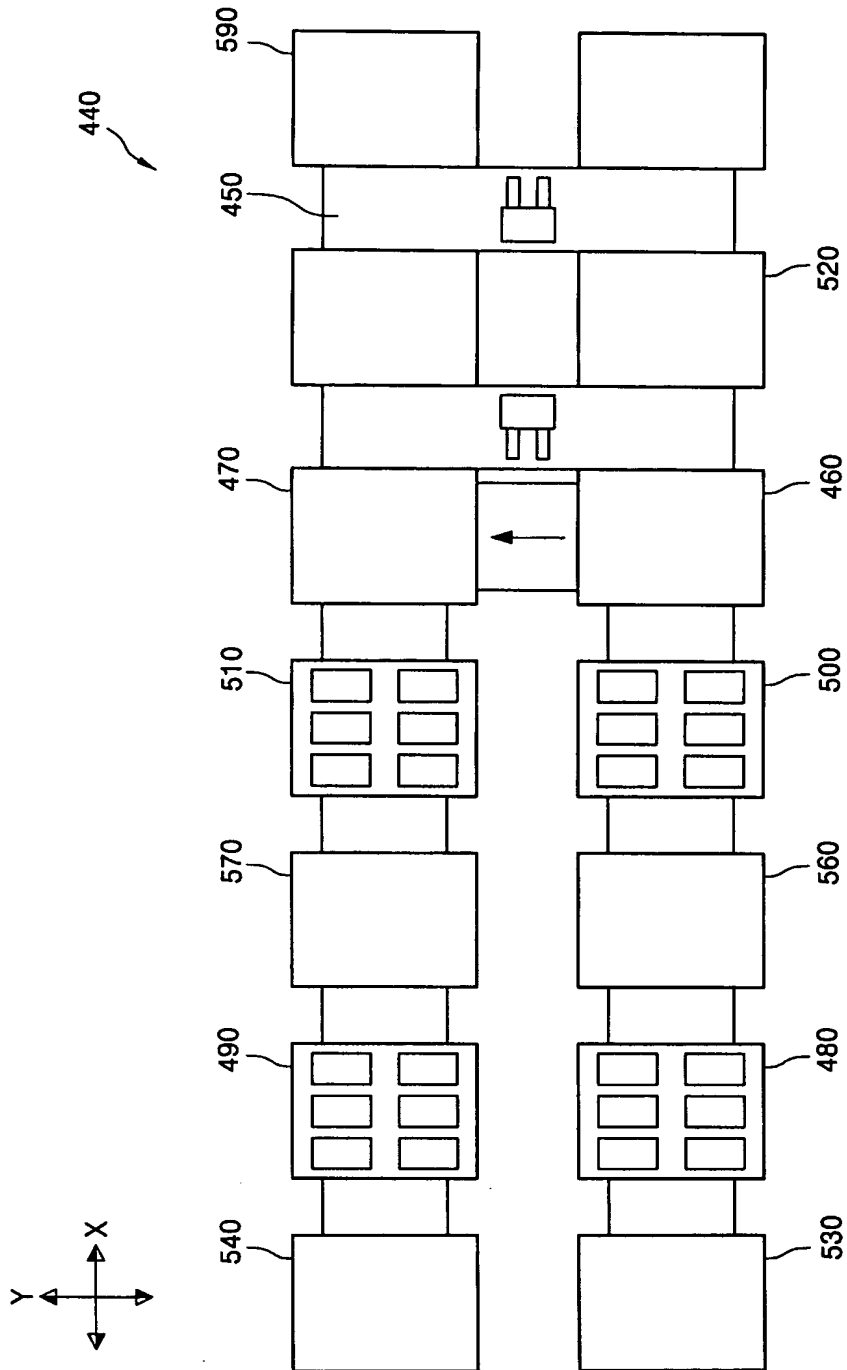
【도 30】



【도 31】



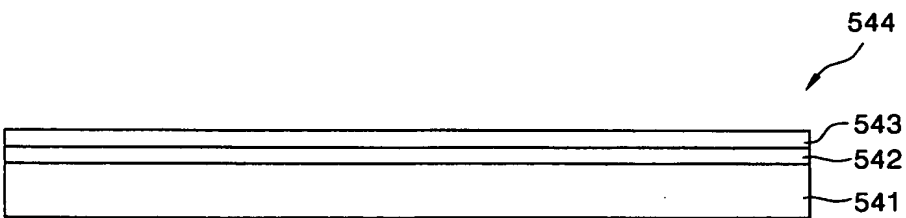
【도 32】



【도 33】

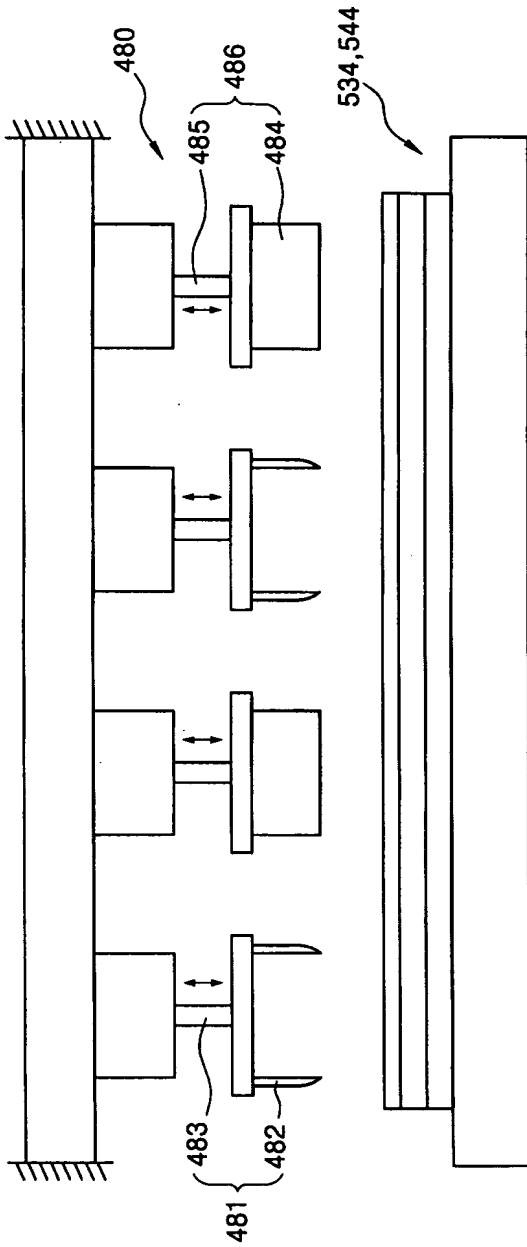


【도 34】

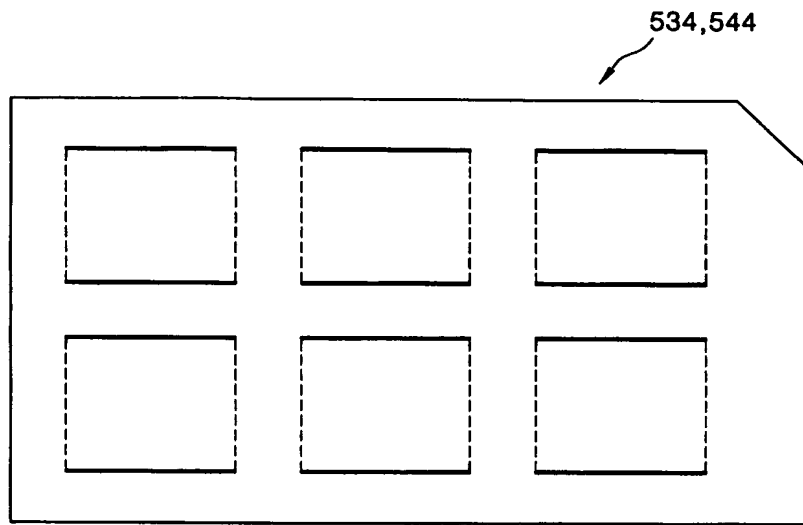




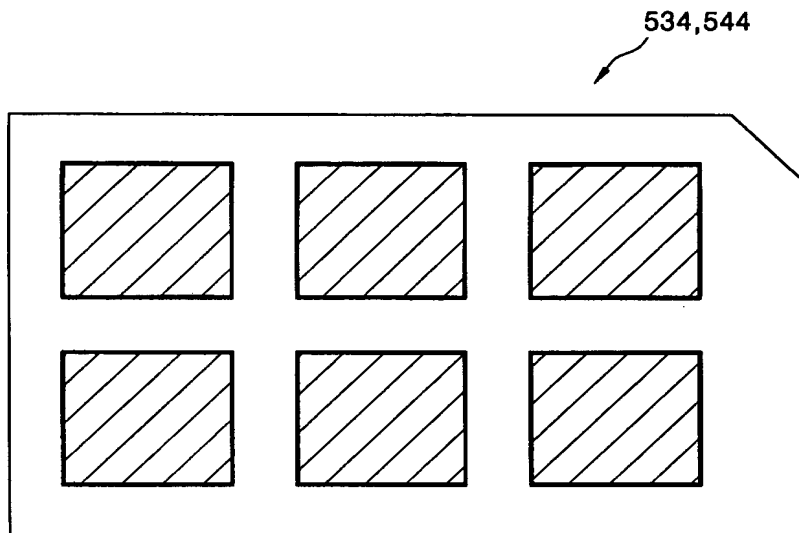
【도 35】



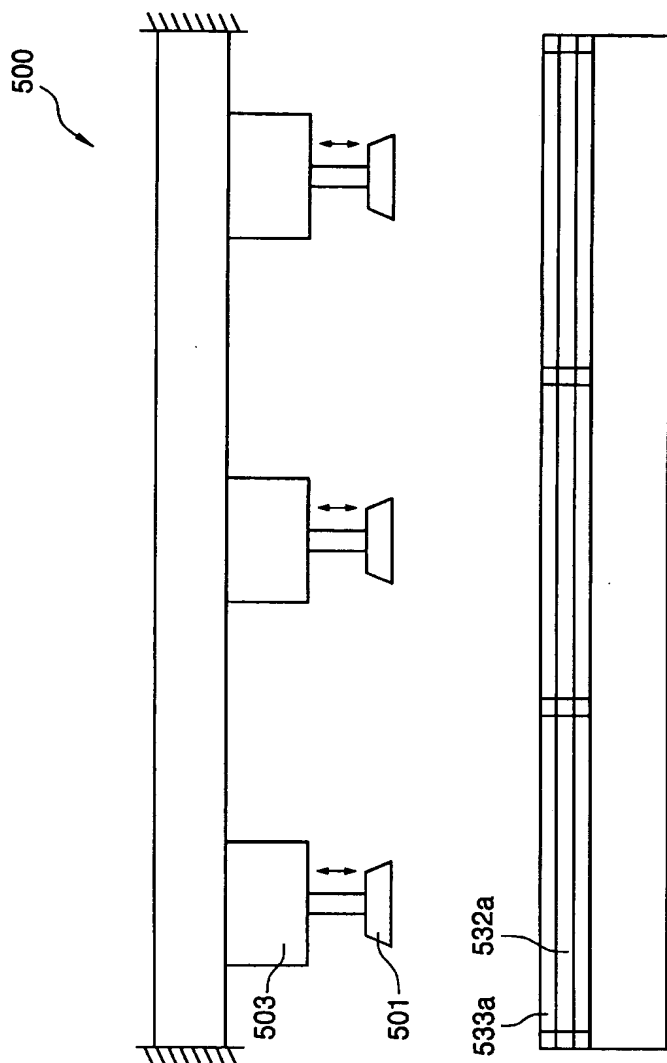
【도 36】



【도 37】



【도 38】



【도 39】

